

LIQUID-CRYSTAL DISPLAY DEVICE

Publication number: WO0034822

Publication date: 2000-06-15

Inventor: AKIYAMA TAKASHI (JP); SEKIGUCHI KANETAKA (JP)

Applicant: CITIZEN WATCH CO LTD (JP); AKIYAMA TAKASHI (JP); SEKIGUCHI KANETAKA (JP)

Classification:


- international: **G02F1/1335**; G02F1/139; **G02F1/13**; (IPC1-7): G02F1/1335

- european: G02F1/1335P5



Application number: WO1999JP06928 19991209

Priority number(s): JP19980349449 19981209

Also published as:

 EP1152282 (A)

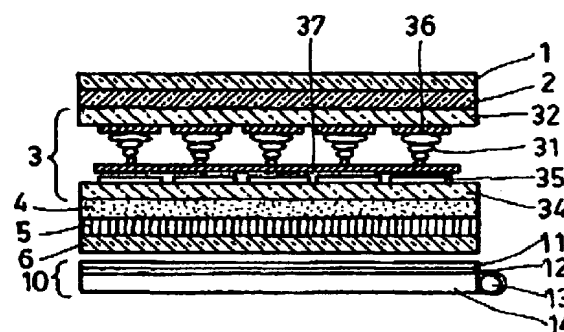
Cited documents:

 WO9701788
 WO9812594

Report a data error here

Abstract of WO0034822

A liquid-crystal display device comprises a liquid-crystal cell (3) including a liquid-crystal layer (31) sealed between a pair of transparent substrates (32, 34) and adapted to apply optical effects on incident light when voltage is applied to the liquid-crystal layer; a first polarizer (1) on the front side; a second polarizer (5) on the back side; and an auxiliary light source (10). The first polarizer (1) transmits a first linearly polarized component. The second polarizer (5) reflects a second linearly polarized component and transmits a third linearly polarized component whose polarization is perpendicular to that of the second linearly polarized component. A third polarizer (6) for transmitting a fourth linearly polarized component is provided between the second polarizer (5) and the auxiliary light source (10). The third and the fourth linearly polarized components are different in polarization within a range of +45 to -45 degrees.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (JP)

再公表特許 (A 1)

(11) 国際公開番号

WO 00 / 3 4 8 2 2

発行日 平成14年3月26日 (2002. 3. 26)

(43) 国際公開日 平成12年6月15日 (2000. 6. 15)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

G 0 2 F 1/1335

5 1 0

G 0 2 F 1/1335 5 1 0

G 0 2 B 5/30

G 0 2 B 5/30

27/28

27/28

Z

審査請求

有

予備審査請求

有

(全 6 4 頁)

出願番号 特願2000-587220 (P2000-587220)

(21) 国際出願番号 PCT/JP99/06928

(22) 国際出願日 平成11年12月9日 (1999. 12. 9)

(31) 優先権主張番号 特願平10-349449

(32) 優先日 平成10年12月9日 (1998. 12. 9)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(81) 指定国 E P (A T, B E, C H, C Y, D E, D K, E S, F I, F R, G B, G R, I E, I T, L U, M C, N L, P T, S E), C N, J P, K R, U S

(71) 出願人 シチズン時計株式会社

東京都西東京市田無町六丁目1番12号

(72) 発明者 秋山 貴

日本国埼玉県所沢市大字下富字武野840番

地 シチズン時計株式会社 技術研究所内

(72) 発明者 関口 金孝

日本国埼玉県所沢市大字下富字武野840番

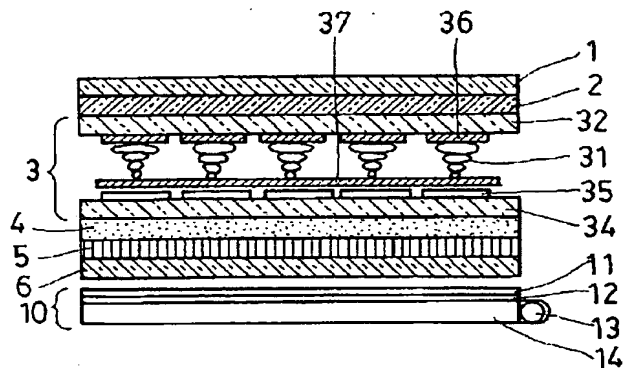
地 シチズン時計株式会社 技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 大澤 敬

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

一対の透明な基板 (3 2, 3 4) の間隙に液晶層 (3 1) を封入し、その液晶層に電圧を印加することにより入射光に対して光学変化を与える液晶セル (3) と、その視認側に設けた第 1 の偏光板 (1) と、視認側と反対側に設けた第 2 の偏光板 (5) と補助光源 (1 0) とを備えた液晶表示装置であり、その第 1 の偏光板 (1) は第 1 の直線偏光成分を透過する偏光板とし、第 2 の偏光板 (5) は第 2 の直線偏光成分を反射して、その第 2 の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第 3 の直線偏光成分は透過する偏光板とし、第 2 の偏光板 (5) と補助光源 (1 0) との間に、第 4 の直線偏光成分を透過する第 3 の偏光板 (6) を配設し、その第 3 の直線偏光成分と第 4 の直線偏光成分の振動方向が交差する角度がマイナス 4 5 度以上プラス 4 5 度以下の範囲になるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明な第 1 の基板と第 2 の基板とを所定の間隔で対向させて配置し、その間隙に液晶層を封入してなり、その液晶層に電圧を印加することにより入射光に対して光学変化を与える液晶セルと、

該液晶セルの視認側にある前記第 1 の基板の外側に設けた第 1 の偏光板と、
前記液晶セルの前記視認側と反対側にある前記第 2 の基板の外側に設けた第 2 の偏光板と、

該第 2 の偏光板の前記液晶セルと反対側に設けた補助光源とを備えた液晶表示装置であって、

前記第 1 の偏光板は第 1 の直線偏光成分を透過する偏光板であり、

前記第 2 の偏光板は第 2 の直線偏光成分を反射し、該第 2 の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第 3 の直線偏光成分は透過する偏光板であり、

前記第 2 の偏光板と前記補助光源との間に、第 4 の直線偏光成分を透過する第 3 の偏光板を配設し、

該第 3 の直線偏光成分と前記第 4 の直線偏光成分の振動方向が交差する角度がマイナス 45 度以上プラス 45 度以下の範囲である

ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記第 3 の偏光板は、前記第 4 の直線偏光成分を透過し、該第 4 の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第 5 の直線偏光成分は吸収する吸収型偏光板である請求の範囲第 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記第 3 の偏光板は、前記第 4 の直線偏光成分を透過し、該第 4 の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第 5 の直線偏光成分は反射する反射型偏光板である請求の範囲第 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記補助光源は、冷陰極管を用いたバックライト装置である請求の範囲第 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記補助光源は、ライトエミッティングダイオードを用いたバックライト装置である請求の範囲第 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記補助光源は、エレクトロルミネッセンス素子を用いたバックライト装置である請求の範囲第 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記第 3 の偏光板と前記第 2 の偏光板とが接着している請求の範囲第 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記第 3 の偏光板が、前記補助光源又は該補助光源を構成する部材に固定され、前記第 2 の偏光板とは分離されている請求の範囲第 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】 請求の範囲第 1 項に記載の液晶表示装置において、
前記第 2 の偏光板の視認側のいずれかの位置に光散乱層を設けたことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 10】 透明な第 1 の基板と第 2 の基板とを所定の間隔で対向させて配置し、その間隙に液晶層を封入してなり、その液晶層に電圧を印加することにより入射光に対して光学変化を与える液晶セルと、

該液晶セルの視認側にある前記第 1 の基板の外側に設けた第 1 の偏光板と、
前記液晶セルの前記視認側と反対側にある前記第 2 の基板の外側に設けた第 2 の偏光板と、

該第 2 の偏光板の前記液晶セルと反対側に設けた補助光源とを備えた液晶表示装置であって、

前記第 1 の偏光板は第 1 の直線偏光成分を透過する偏光板であり、
前記第 2 の偏光板は第 2 の直線偏光成分を反射し、該第 2 の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第 3 の直線偏光成分は透過する偏光板であり、
前記第 2 の偏光板と前記補助光源との間に、第 4 の直線偏光成分を透過する第 3 の偏光板を配設し、
前記第 2 の偏光板と前記第 3 の偏光板の間、前記第 3 の偏光板と前記補助光源との間、および前記補助光源の構成部品の間、いずれかに光半吸収層を設け、
前記第 3 の直線偏光成分と前記第 4 の直線偏光成分の振動方向がほぼ一致していることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 11】 前記第 3 の偏光板は、前記第 4 の直線偏光成分を透過し、該第 4 の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第 5 の直線偏光成分は吸収する吸収型偏光板である請求の範囲第 10 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 12】 前記第 3 の偏光板は、前記第 4 の直線偏光成分を透過し、該第 4

の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第 5 の直線偏光成分は反射する反射型偏光板である請求の範囲第 1 0 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 3】前記補助光源は、冷陰極管を用いたバックライト装置である請求の範囲第 1 0 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 4】前記補助光源は、ライトエミッティングダイオードを用いたバックライト装置である請求の範囲第 1 0 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 5】前記補助光源は、エレクトロルミネッセンス素子を用いたバックライト装置である請求の範囲第 1 0 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 6】前記第 3 の偏光板と前記第 2 の偏光板とが接着している請求の範囲第 1 0 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 7】前記第 3 の偏光板が、前記補助光源又は該補助光源を構成する部材に固定され、前記第 2 の偏光板とは分離されている請求の範囲第 1 0 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 8】前記光半吸収層は、可視光領域のほぼ全領域において均一な吸収特性を有し、吸収率が 6 0 % 以下である請求の範囲第 1 0 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 9】前記第 2 の偏光板の視認側のいずれかの位置に光散乱層を設けた請求の範囲第 1 0 項に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

技術分野

この発明は、透明な一对の基板の間に液晶層を封入し、その液晶層に電圧を印加することにより入射光に対して光学変化を与える液晶セルと、その液晶セルの視認側とその反対側にそれぞれ設けた偏光板とからなる液晶表示パネルと、その視認側と反対側に設けた補助光源とを備えた液晶表示装置、すなわち透過型液晶表示装置および半透過反射型液晶表示装置に関するものである。

背景技術

従来のツイストネマティック（TN）液晶やスーパーツイストネマティック（STN）液晶などを利用した液晶表示装置は、2枚の偏光板で液晶セルを挟持した構造である。さらに、偏光板として、互いに直交する透過軸と吸収軸とを持ち、その透過軸と平行な方向に振動する直線偏光成分は透過し、吸収軸と平行な方向に振動する直線偏光成分は吸収する特性をもつ吸収型偏光板を用いていたため、光の利用効率が悪く、反射型表示を行う場合には暗い表示になっていた。

また、補助光源としてEL素子などのバックライト装置を備えた半透過反射型液晶表示装置の場合には、反射型表示と透過型表示とで光の利用効率が相反するため、どちらの状態でも暗い表示になっていた。

そこで、従来から利用されている吸収型偏光板に反射型偏光板を組み合わせる方法が提案されている。

反射型偏光板は、互いに直交する透過軸と反射軸とを持ち、その透過軸と平行な方向に振動する直線偏光成分は透過し、反射軸と平行な方向に振動する直線偏光成分は反射する特性をもつ。

いま、吸収型偏光板と反射型偏光板を重ねて吸収型偏光板側から視認する場合を考える。

この場合、両偏光板の透過軸が互いに平行する場合には、高い透過特性を有し、透過軸が互いに直交する場合には高い反射特性を有する。これは、2枚の吸収型偏光板の透過軸を互いに直交させて配置した場合に大きな吸収特性（黒）を示すのに対して基本的に異なる性質である。

2枚の吸収型偏光板を利用する場合には、液晶表示パネルに対し観察者と対向

する位置に反射板を配置することにより、透過状態で外部光の反射板による反射を利用して明表示を行い、吸収状態で暗表示を行う。

しかし、この場合、反射板上に配置する吸収型偏光板を2度透過するため、光の吸収が発生して暗い表示になる。さらに、散乱性を有する反射板を利用するため、反射板による偏光の乱れにより、吸収型偏光板による光の吸収が発生することによっても、暗い表示になってしまう。

また、外部光が充分でない暗い環境では、液晶表示装置の表示の視認性が極めて悪化するため、液晶表示装置内に補助光源を有する場合が多い。その場合には半透過特性をもつ反射板が利用される。

簡単に、2枚の吸収型偏光板を重ねた場合を考えると、外部光による反射表示の際の明表示は、2枚の吸収型偏光板の透過軸が平行の場合に相当し、補助光源を利用する場合にも明表示となる。

つぎに、暗表示の場合も同様に、2枚の吸収型偏光板の透過軸が直交する配置に相当し、外部光源による場合も補助光源による場合も暗表示になる。

これに対して、より明るい半透過型の液晶表示装置を実現するために、最近になって吸収型偏光板と反射型偏光板を組み合わせる方法が提案されている。

この場合の半透過反射型液晶表示装置は動作が異なるので、以下、第8図および第9図を用いて説明する。

第8図は、従来の液晶表示装置のパネル構成を示す模式的な断面図である。

第8図において、ガラス等の透明材料からなる第1の基板32と第2の基板34とを所定の間隔で対向させ、その間隙に液晶層31を図示しないシール材によって封入して、液晶セル3を構成する。液晶層31には、第1の基板32から第2の基板34にて約90°光を旋光するツイストネマティック液晶を用いている。

その液晶セル3の第1の基板32の内面（液晶層31と接する面）には、ITO膜等の透明電極膜からなるM本の信号電極36を備えている。一方、第2の基板34の内面（液晶層31と接する面）には信号電極36と交差する透明電極膜からなるN本の走査電極37を備え、M×Nの画素部を有するマトリクス型の液晶表示パネルとなる。

そして、この液晶セル3の第1の基板32の観察者側である視認側には、第1の偏光板1を設け、第2の基板34の視認側と反対側には、光散乱層4と第2の偏光板5を設けている。

その第1の偏光板1には吸収型偏光板を用い、第2の偏光板5には反射型偏光板を用いている。ここで、反射型偏光板には住友スリーエム株式会社製の商品名RDF-Cを利用する。第1の偏光板1と第2の偏光板5は、互いの透過軸が一致する方向に設置されている。

そして、第2の偏光板5に対して第2の基板34の反対側には、補助光源10を配置している。この補助光源10は冷陰極管（蛍光灯）13を1本配置し、アクリル樹脂からなる導光板14で面光源に拡散するサイドエッジ方式を採用している。

さらに、散乱性を向上するために導光板14上に散乱フィルム12を設け、さらにその上に指向性を持たせるためのプリズムシート11を重ねて設けている。

次に、この液晶表示装置による明暗の表示動作を外光利用時と補助光源利用時とのそれぞれについて第9図を用いて説明する。

まず最初に、第9図の光路線20と21を用いて外光利用時について説明する。

光路線20は液晶セル3に電圧を印加しない場合の光路を示し、光路線21は液晶セル3に電圧を印加した場合の光路を示している。液晶表示装置を使用する環境が明るい場合には、液晶表示装置へは、観察者側より外部光が入射する。

まず光路線20について説明する。

観察者側から入射した光は第1の偏光板1により透過軸に平行な方向に振動する直線偏光成分が透過して液晶セル3に入射する。その入射した直線偏光成分は液晶セル3内で90度旋光されて、第2の偏光板5の方向に出射する。

このとき第2の偏光板5に入射する直線偏光成分の振動方向と第2の偏光板5の反射軸とが平行になるので、全て反射される。つまり、観察者側から入射した光の約半分がそのまま観察者側に反射される。したがって、このときに観察者は明表示として視認できる。

次に、液晶セル3に電圧を印加した場合の光路線21について説明する。

液層セル 3 に約 3 V の電圧が印加されることにより、液晶分子が起立して 90 度の旋光性が失われる。したがって、液晶セル 3 に入射した直線偏光成分はそのまま第 2 の偏光板 5 に入射する。

このとき、第 2 の偏光板 5 に入射する直線偏光の振動方向は透過軸と平行になっているので、第 2 の偏光板 5 を透過し、裏面側に配置された補助光源 10 に入射する。補助光源 10 では入射した直線偏光成分は導光板 14 によって偏光が乱されながら反射され、第 2 の偏光板 5 に入射し、さらに一部の直線偏光成分が透過して観察者側に戻される。

つまり、補助光源 10 である程度の偏光の乱れがあれば観察者側に戻る光は僅かであり、観察者は暗表示として視認できる。

さらに、第 2 の偏光板 5 の裏面に光吸収層を設ければ、観察者側に戻る光の吸収量がさらに増える。

以上が外光利用時の明暗表示の動作である。以前から採用されていた 2 枚の吸収型偏光板と反射板を組み合わせた液晶表示装置では、往復で 4 回吸収型偏光板を透過するが、上述した従来の液晶表示装置では往復で 2 回しか偏光板を透過しないので、反射率が高く、明るい表示が可能になる。

さらに、住友スリーエム株式会社製の商品名 R D F - C が反射型偏光板として充分機能しており、高反射率であることも明るい表示の理由である。

次に、補助光源 10 を利用する場合について、第 9 図の光路線 22 と光路線 23 を用いて説明する。まず、電圧無印加時の光路線 22 について説明する。

補助光源 10 からの出射光は第 2 の偏光板 5 に入射する。第 2 の偏光板 5 では透過軸と平行な方向に振動する直線偏光成分は透過し、透過軸に直交する方向に振動する直線偏光成分は反射して、再び補助光源 10 に戻される。

第 2 の偏光板 5 を透過した直線偏光成分は、液晶セル 3 で 90 度旋光され、第 1 の偏光板 1 に到達する。このとき、第 1 の偏光板 1 に入射する直線偏光成分は、その振動方向が透過軸と直交するため吸収され、観察者側には出射しない。したがって、観察者は暗表示として視認できる。

次に、電圧印加時の光路線 23 について説明する。液晶セル 3 に電圧が印加されることにより、その旋光性が消失するので、補助光源 10 から出射して第 2 の

偏光板 5 を透過した直線偏光成分は、そのまま旋光されずに第 1 の偏光板 1 に入射する。

このとき、第 1 の偏光板 1 に入射する直線偏光成分は、その振動方向が透過軸と平行になっているので、第 1 の偏光板 1 を透過して観察者側に出射する。したがって、観察者は明表示として視認できる。

以上が補助光源 10 を利用した時の明暗表示の動作である。ここで、外光利用時と補助光源利用時の明暗表示の特徴をまとめると、外光利用時は液晶セル 3 へ電圧を印加しない状態で明表示、印加すると暗表示になる。

補助光源 10 の利用時は液晶セル 3 へ電圧を印加しない状態で暗表示、印加すると明表示になる。

これを観察者が視認すると、外光利用時と補助光源利用時で画像がいわゆる階調反転して見える。階調反転すると認識しにくくなる画像を表示する場合には、補助光源 10 の点灯に同期して、表示する画像自体の階調を反転した画像を液晶表示装置に表示させれば、この問題をほぼ解決できることが分かっている。

ここで注目したいのは、外光利用時の外光反射率が理論的には 50 % 近く、補助光源の透過率も 50 % 近いことである。これは、以前の吸収型偏光板を用いた半透過型液晶表示装置では実現できなかったことである。

このように、この液晶表示装置は、明るい表示が得られるという点と、補助光源の利用効率が非常に高いという利点があるため、多く利用されている。

しかしながら、このような従来の液晶表示装置には、半透過型で用いるには大きな問題がある。すなわち、補助光源を利用して明暗表示を行う場合に、暗表示部分において暗さの異なる表示ムラが見えてしまうことである。

これは、以前から利用されていた吸収型偏光板を利用する液晶表示装置にはなかった問題であり、反射型偏光板を使用することによる特有の問題である。

第 5 図及び第 6 図と第 10 図及び第 11 図を用いて暗表示状態での表示ムラについて説明する。第 5 図において、中心線から左側に図示しているのが従来例の説明図である。中心線から右側に図示しているのは後述するこの発明の実施形態による場合を対比して説明するためのものであり、ここでは説明を省く。

第 5 図は、前述した第 9 図に示した従来例から第 1 の偏光板 1 と第 2 の偏光板

5を取り出して示したものである。

第1の偏光板1は吸収型偏光板であり、第2の偏光板5は反射型偏光板であって、住友スリーエム株式会社製の商品名RDF-Cを用いている。第5図中、円の中に黒点のある記号は、直線偏光の振動方向が紙面に垂直な方向であることを示し、横向きの両矢印はそれが紙面に平行な方向であることを示している。

つぎに第6図を参照する。第6図は第5図における第1の偏光板1と第2の偏光板5の斜視図である。図示のように、第1の偏光板1の透過軸1aと第2の偏光板5の透過軸5aとが直交している。この第6図において、第2の偏光板5の裏面側から分光がフラットな光を投射する。

このときの第1の偏光板1の透過分光特性を、測定点Aと測定点Bにおいてそれぞれ測定した。その結果を第10図および第11図に示す。

第10図及び第11図において、測定点Aと測定点Bの可視光領域における透過率が高いところで10%以上であり、かなり透過してしまっていることが分かる。

理想的には第1の偏光板1の透過軸1aと第2の偏光板5の透過軸5aを直交させているので、透過率が0%であることが望ましい。例えば、通常の吸収型偏光板では3%以下であることからすると、かなり透過してしまっている。

これは、反射型偏光板の反射偏光度が85%から90%とそれほどよくないためである。これにより所定方向の直線偏光成分が反射されずに透過してしまい、観察者側に漏れ光として視認される。

また、第10図及び第11図において、透過率の分光特性が可視光領域において一定でなく不均一であることが分かる。さらに、測定点Aと測定点Bでは分布がかなり異なることがわかる。この透過率の不均一量は肉眼で十分に視認できる量であり、表示品質を著しく低下させてしまう。

特に、この不均一性は所定方向へ伸びる帯状に見える傾向が強く肉眼でも視認しやすい。

この現象は、反射型偏光板の構造と偏光原理に原因がある。たとえば、反射型偏光板を実現する方法として、多層膜による方法がある。第12図にその断面図を模式的に示す。

第12図において、屈折率異方性を有するA層とB層が交互に多数枚積層されている。

さらに、所定方向におけるA層の屈折率とB層の屈折率が異なり、所定方向と直交する方向の屈折率がA層とB層で等しくなるように配置する。

このとき、各層で屈折率の異なる所定方向において、各層における膜厚と屈折率の積の和が $1/2\lambda$ になるように設定することにより、波長 λ の光の内の所定方向の直線偏光成分のみが反射され、所定方向と直交する直線偏光成分は透過するようになる。

これを可視光領域の全ての波長において実現するように、A層とB層を多数枚積層することにより反射型偏光板を実現できる。このようなものは、国際公開公報WO95/17692に開示されている。

ところが、実際は製造上のばらつきにより、広い面積で均一な膜厚を維持するのは困難である。この膜厚の不均一性が、透過分光特性の不均一化を誘引する。

実際の膜厚は100nm程度であるので、この膜厚を数十cmに渡って均一に形成するのは現実的にはかなり困難である。

また、可視光領域で均一な分光特性を得るためには、層数が多いほど偏光特性に優れるが、実際の量産上では百層程度が理想的である。この層数を充分にとれないことも不均一性の原因となる。

以上のように、反射型偏光板にはその製造上のばらつきや多層膜の層数の限界から誘引される反射偏光度の低下と分光特性の不均一性がある。

これが原因で、補助光源を利用する時に、観察者側では表示ムラが発生し、表示品質を著しく低下させているという問題があった。

この発明は、反射型偏光板を使用する液晶表示装置における上述のような問題を解決するためになされたものであり、補助光源を利用する透過型の表示を行う場合に、表示ムラを発生させることなく、品質の高い表示を行えるようにすることを目的とする。

発明の開示

この発明は、透明な第1の基板と第2の基板とを所定の間隔で対向させて配置し、その間隙に液晶層を封入してなり、その液晶層に電圧を印加することにより

入射光に対して光学変化を与える液晶セルと、その液晶セルの視認側にある第1の基板の外側に設けた第1の偏光板と、液晶セルの視認側と反対側にある第2の基板の外側に設けた第2の偏光板と、その第2の偏光板の液晶セルと反対側に設けた補助光源とを備えた液晶表示装置において、上記の目的を達成するため、次のように構成したものである。

上記第1の偏光板は第1の直線偏光成分を透過する偏光板とし、

上記第2の偏光板は第2の直線偏光成分を反射し、該第2の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第3の直線偏光成分は透過する偏光板とし、

上記第2の偏光板と上記補助光源との間に、第4の直線偏光成分を透過する第3の偏光板を配設し、

上記第3の直線偏光成分と第4の直線偏光成分の振動方向が交差する角度がマイナス45度以上プラス45度以下の範囲になるようにする。

上記第3の偏光板は、第4の直線偏光成分を透過し、該第4の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第5の直線偏光成分は吸収する吸収型偏光板とするとよい。

上記第3の偏光板は、第4の直線偏光成分を透過し、該第4の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第5の直線偏光成分は反射する反射型偏光板であってもよい。

上記補助光源は、冷陰極管、ライトエミッティングダイオード、あるいはエレクトロルミネッセンス素子を用いたバックライト装置とするとよい。

上記第3の偏光板と第2の偏光板とを接着してもよい。

上記第3の偏光板が、上記補助光源又は該補助光源を構成する部材に固定され、上記第2の偏光板とは分離されているようにしてもよい。

上記第2の偏光板の視認側のいずれかの位置に光散乱層を設けるとよい。

上記第2の偏光板と第3の偏光板の間、第3の偏光板と補助光源との間、および補助光源の構成部品の間、いずれかに光半吸収層を設け、上記第3の直線偏光成分と第4の直線偏光成分の振動方向がほぼ一致するようにすることもできる。

。

上記光半吸収層は、可視光領域のほぼ全領域において均一な吸収特性を有し、

吸収率が60%以下であるのが望ましい。

上記第2の偏光板の視認側のいずれかの位置に光散乱層を設けるとよい。

発明を実施するための最良の形態

この発明をより詳細に説明するために、添付図面にしたがって、この発明の実施例を説明する。

〔この発明の基本的な作用の説明：第5図乃至第7図〕

この発明の具体的な実施形態の説明に先立って、この発明による液晶表示装置の基本的な作用について、第5図乃至第7図を用いて説明する。

第5図は背景技術の説明でも用いた図であり、従来およびこの発明による液晶表示装置における液晶セルなどは省略して、補助光源10と各偏光板（偏光分離器）のみを取り出して示した図である。なお、円内に黒点のある記号は、直線偏光の振動方向が紙面に垂直な方向であることを示し、横向きの両矢印は、それが紙面に平行な方向であることを示している。

第5図における中心線から左側の従来例は、下から補助光源10と、第2の偏光板5と、第1の偏光板1が配置されている。

一方、中心線から右側の本発明のものは、補助光源10と、第3の偏光板6と、第2の偏光板5と、第1の偏光板1とを配置している。

この第5図において、第2の偏光板5には反射型偏光板を用い、その透過軸は紙面に平行に配置している。

第1の偏光板1には吸収型偏光板を用い、その透過軸は紙面に垂直に配置している。また、本発明Aでは第3の偏光板6として反射型偏光板61を用い、その透過軸が紙面に平行になるように配置している。本発明Bでは第3の偏光板6として吸収型偏光板62を用い、その透過軸が紙面に平行になるように配置している。

この第5図における各偏光板の透過軸の配置は、液晶層を介在していないので、第1の偏光板1の透過軸を90度回転している。つまり、液晶層に電圧を印加しない状態に相当する。

第6図に、第1の偏光板1と第2の偏光板5を斜視図で示し、その第1の偏光板1に透過軸1aと第2の偏光板5の透過軸5aとが直交するように配置されて

いることを示している。

この構成により、外光利用時には、外光が第2の偏光板5で反射され観察者側に戻り、明表示となり、補助光源10の使用時には補助光が第1の偏光板1で吸収され、観察者側に出射せず暗表示となる。第5図には補助光源10からの補助光のみについて図示している。

まず、従来例について説明する。従来例では、補助光の光路線24に沿う出射光は第2の偏光板5に入射し、紙面と平行な方向に振動する直線偏光成分は第2の偏光板5を透過し、第1の偏光板1に吸収される。

ところが、紙面と垂直な方向に振動する直線偏光成分は反射型偏光板の反射偏光度が悪いために10%程度が第2の偏光板5を透過し、第1の偏光板1に入射する。さらに、その直線偏光成分は、振動方向が第1の偏光板1の透過軸と一致するために、観察者側に透過してしまう。さらに、この透過量は反射型偏光板である第2の偏光板5の反射偏光度のばらつきに依存し、観察者側では表示ムラとして視認されてしまう。

これに対し、この発明による液晶表示装置では、補助光源と第2の偏光板5の間に第3の偏光板6を配置している。

このときの動作を、本発明Aと本発明Bについてそれぞれ説明する。

まず、本発明Aでは、第3の偏光板6に反射型偏光板61を用いる。補助光源10からの光路線25に沿う出射光は、反射型偏光板61により紙面に平行な方向に振動する直線偏光成分は透過して、第2の偏光板5に入射し、その直線偏光成分の振動方向が透過軸と平行なので、第2の偏光板5も透過し、第1の偏光板1に入射し、ここで吸収される。

また、光路線25に沿う紙面に垂直な方向に振動する直線偏光成分は、反射型偏光板61で約90%が反射されて補助光源10に戻される。残りの約10%は反射型偏光板61を透過してしまうが、その振動方向が第2の偏光板5の透過軸と直交する方向なので、さらに90%以上が反射され、第2の偏光板5を抜けるのはわずか2%以下である。したがって、観察者側には補助光源10からの出射光は殆ど抜けてこない。

補助光源10からの補助光が観察者側に出射しないということは当然であるが

、たとえ第2の偏光板5の偏光度が不均一であっても、表示ムラがまったく発生しないことになる。

次に、本発明Bの場合には、第3の偏光板6として吸収型偏光板62を用いている。そのため、補助光源10からの光路線26に沿う出射光は、最初に吸収型偏光板62に入射し、紙面と垂直な方向に振動する直線偏光成分はその吸収型偏光板62で吸収される。一般的に吸収型偏光板の吸収偏光度は高く、95%以上である。

したがって、観察者側には紙面に垂直な方向に振動する直線偏光成分は出射しないので、第2の偏光板5の偏光度が不均一であっても、表示ムラがまったく発生しない。

第7図に本発明Bの場合に観察者側から測定した透過分光特性を示す。縦軸は透過率を示し、横軸が波長を示す。実際には補助光源10が不均一な分光特性をもつが、均一な分光特性として計算し直した線図を示している。

この第7図によれば、透過率は平均で1%以下であり、さらに固有の波長域で透過率が高くなる現象もみられない。これは、反射型偏光板を用いた場合に生じる固有の表示ムラが完全に消滅していることを示す。

さらに、第2の偏光板5と補助光源10の間で、第3の偏光板6の両側のどちらかに光半吸収層を配置することにより、観察者側からの外光利用時のコントラストが向上する。

この場合でも、第3の偏光板6を配置する効果に影響はなく、表示ムラは発生しない。

〔第1の実施形態：第1図および第2図〕

次に、この発明による液晶表示装置の第1の実施の形態について第1図および第2図を用いて説明する。

第1図はその液晶表示装置のパネル構成を示す模式的な断面図、第2図はその動作を説明するための説明図である。これらの図において前述した第8図および第9図と対応する部分には同一の符号を付してあり、それらの説明は簡単にする。

この実施形態では、液晶セル3を、液晶層31としてSTN液晶を封入したS

TNセルとしている。

この液晶セル3は、透明なガラス基板である第1の基板32と同じく透明なガラス基板である第2の基板34とによってSTN液晶による液晶層31を挟持している。第1、第2の基板32、34はシール部材（図示せず）によって接合されている。

また、第1の基板32の内面には透明電極による多数の信号電極36が紙面に垂直な方向に形成され、第2の基板34の内面も透明電極による多数の走査電極37が紙面に平行な方向に形成され、その信号電極36と走査電極37の各交点が画素となっている。さらに、第2の基板34と走査電極37の間にはカラーフィルタ35が形成されている。

この液晶セル3の観察者側（視認側）には位相差フィルム2が配設され、さらにその上には第1の偏光板1として吸収型偏光板が配設されている。また、この液晶セルの視認側と反対側には光散乱層4が設けられ、その下側には第2の偏光板5として反射型偏光板が、第3の偏光板6として吸収型偏光板が順次設けられている。

さらに、第3の偏光板6の下側には、補助光源10が配置されている。その補助光源10は、冷陰極管13と導光板14及びその上に貼着されたプリズムシート11と散乱フィルム12からバックライト装置を構成している。

この形態における液晶セル3のSTN液晶層は、240度ツイストしたものを使用したが、これに限定されるものではない。

第1の偏光板1である吸収型偏光板の透過軸は紙面に平行な方向に配置している。位相差フィルム2は位相差値540nmのものを使用し、遅相軸が吸収型偏光板1に対して40度回転した位置に配置している。

また、液晶セル3の反対側に配置する第2の偏光板5である反射型偏光板の透過軸は紙面に平行に配置し、その下側の第3の偏光板6である吸収型偏光板の透過軸も紙面に平行に配置している。

この実施形態の液晶表示装置の構成は、位相差フィルム2と第3の偏光板6を設けた以外は、第6図に示した従来の液晶表示装置と同じである。

なお、第2の偏光板5は、一般に入手可能な住友スリーエム社製の商品名RD

F-Cを用いた。この商品には、反射型偏光板に散乱機能を持たせた粘着剤がすでに塗布されており、第2の基板34に接着することによって、光散乱層4と反射型偏光板を一度に形成できる。

また、カラーフィルタ35は、赤(R)、緑(G)、青(B)のフィルタが交互に信号電極36に沿って縦ストライプ状に配置してある。これによりこの実施形態は、半透過反射型カラー液晶表示装置として機能する。

もちろん、カラーフィルタはこの発明とは直接関係なく、白黒表示の場合にはカラーフィルタ35を配置しなければ、本実施の形態と同様の構成を用いて実施可能である。

ここで、カラーフィルタ35は、従来の透過型で用いるものよりも透過率を高く設定している。これは、反射型の場合には観察者側からの入射光がカラーフィルタ35を2度透過するために透過率が低下するのを防ぐためである。

さて、この実施の形態の動作について図2を用いて説明する。図2は第1の実施形態における動作を説明するための主要部分の断面図である。

図2において、視認側から、第1の偏光板1の吸収型偏光板1と、位相差フィルム2と、液晶セル3と、光散乱層4と、第2、第3の偏光板5、6、バックライト装置による補助光源10が順番に配置されている。

中心線から左側が液晶セル3に電圧を印加しない状態の説明図であり、右側が電圧を印加した状態の説明図である。光路線20と光路線21は補助光源10を点灯しない場合で、観察者側から入射する外光による反射型表示時の光路を模式的に図示したもので、光路線20は電圧無印加時の場合を、光路線21は電圧印加時の場合をそれぞれ表している。

光路線22と光路線23は、補助光源10を点灯して透過型表示時の補助光源10から出射する光路を模式的に図示したもので、光路線22は電圧無印加時の場合を、光路線23は電圧印加の場合をそれぞれ表している。

また、光路線中に直線偏光の偏光方向を図示してあり、矢印が紙面に平行な直線偏光成分を表し、二重丸が紙面に垂直方向の直線偏光成分を表す。

さて、この実施の形態では、十分な量の外光が得られる環境では、反射型液晶表示装置として機能する。この場合は補助光源10を点灯しなくても十分なコン

トラストが得られる。

液晶セル 3 に電圧を印加しないときの動作を、光路線 20 によって説明する。

観察者側から入射する外光は、第 1 の偏光板 1 に入射し、紙面に平行な透過軸方向に振動する直線偏光成分だけが透過し、それに直交する方向に振動する直線偏光成分は吸収される。

透過した直線偏光成分は位相差フィルム 2 と液晶セル 3 に入射する。このとき位相差フィルム 2 と液晶セル 3 を通して入射した直線偏光成分は、ほぼ 90 度旋光した紙面に垂直な方向に振動する直線偏光成分とみなせる楕円偏光として出射する。

出射した偏光は光散乱層 4 で散乱するが、その偏光状態は変化せずに第 2 の偏光板 5 に入射する。このとき入射する直線偏光成分は第 2 の偏光板 5 の透過軸と直交方向に振動するので、ここで反射されて再び液晶セル 3 に戻され、同様の光路で観察者側に戻される。このとき観察者側には外光の約 20 % 以上が反射して戻り、観察者は明表示として視認できる。

つぎに、液晶セル 3 に電圧を印加したときは、第 1 の偏光板 1 を透過した入射光は、液晶セル 3 で 90 度旋光せずに紙面に平行な直線偏光を維持したまま光散乱層 4 と第 2 の偏光板 5 に入射する。このとき、その直線偏光の振動方向が第 2 の偏光板 5 の透過軸と一致するのでこれも透過し、第 3 の偏光板 6 である吸収型偏光板に入射する。ここでもその振動方向が吸収型偏光板 6 の透過軸と一致するので、これも透過して補助光源 10 に入射する。

補助光源 10 は、第 1 図に示したように、導光板 14 とプリズムシート 11 と散乱フィルム 12 を備えているため、入射した直線偏光成分はほぼ完全に偏光解消し、偏りのない光となって反射し、第 3 の偏光板 6 に戻される。このとき、第 3 の偏光板 6 の透過軸方向に振動する直線偏光成分だけが透過し、観察者側に戻される。

発明者の測定によると、このとき観察者側に戻される光量は入射外光の 5 % 以下であった。したがって観察者は暗表示として視認できる。以上が、外光利用時の明暗表示の動作である。

次に、環境が暗くて十分な量の外光が得られない場合には、補助光源 10 を点

灯し、補助光を利用した透過型液晶表示装置として機能する。補助光源 10 を点灯することにより、暗い環境でも十分なコントラストが得られる。

まず、液晶セル 3 に電圧を印加しないときの動作を光路線 22 によって説明する。

補助光源 10 からの出射光は、第 3 の偏光板 6 に入射し、紙面に平行な透過軸方向に振動する直線偏光成分だけが透過し、それと直交する方向に振動する直線偏光成分は吸収される。透過した直線偏光成分は、振動方向が第 2 の偏光板 5 の透過軸と一致するので、光散乱層 4 を介して液晶セル 3 に入射する。

このとき、位相差フィルム 2 と液晶セル 3 により入射した直線偏光成分は、ほぼ 90 度旋光した紙面に垂直な方向に振動する直線偏光成分とみなせる楕円偏光として出射する。

出射した偏光は、第 1 の偏光板 1 の透過軸に直交する方向に振動するので、その直線偏光成分は吸収され、観察者側には出射しない。このとき観察者は暗表示として視認できる。

次に、液晶セル 3 に電圧を印加したときについて、光路線 23 を用いて説明する。

補助光源 10 からの出射光は第 3 の偏光板 6 で紙面に平行な直線偏光成分が透過し、第 2 の偏光板 5 と光散乱層 4 を透過して、液晶セル 3 で 90 度旋光せずに紙面に平行な直線偏光を維持したまま、第 1 の偏光板 1 に入射する。このとき、その直線偏光成分の振動方向は透過軸と一致するので、これも透過して観察者側に射出する。

発明者の測定によると、観察者側に射出する光量は補助光源 10 の出射光の 20 % 以上であった。したがって、観察者は明表示として視認できる。以上が、補助光源利用時の明暗表示の動作である。

以上の説明から、この実施形態においても、従来の液晶表示装置と変わらずに、外光利用時と補助光源利用時の両方においてコントラストの高い明暗表示が可能であることが分かる。

さて、次に、この発明の目的である補助光源利用時に発生する表示ムラの軽減について、再び第 2 図の光路線 22 を用いて説明する。

まず、この実施形態では従来と異なり、第3の偏光板6を備えたため、補助光源10の出射光は最初に第3の偏光板6に入射する。

第3の偏光板6では、透過軸に平行な直線偏光成分は透過し、垂直な方向の直線偏光成分は吸収される。

いま、第3の偏光板6と第2の偏光板5では透過軸を一致させているので第3の偏光板6の吸収型偏光板を透過した直線偏光成分は第2の偏光板5の反射型偏光板も透過する。

一方、紙面に垂直な方向に振動する直線偏光成分は第2の偏光板5にほとんど入射しないので、第2の偏光板5の透過率の波長依存性が面内で不均一であっても、透過した光は面内で不均一になることはない。

したがって、観察者側にも表示ムラはまったく見られない。このように第2の偏光板5に入射する前にその反射軸と平行な直線偏光成分を軽減することにより、第2の偏光板5の反射偏光度の面内不均一性による画像品質の劣化を防止できる。

ここで、効果の程度を発明者の実験データをもとに説明する。さきに作用の欄で説明した第10図と第7図を再び参照すると、第10図で透過率が10%以上あったものが第7図では2%以下になっている。

このように遮光性が格段に向上していることが実際の測定から分かる。

また、第10図で顕著に現れていた透過率の波長依存性が、第7図ではまったく見られないことも実際の測定から分かる。これは液晶セル3を介在してもほぼ同様の結果が得られることは容易に推測できる。

以上のように実際の測定でも第3の偏光板6として吸収型偏光板を配置する効果が大きいことが分かる。

この実施の形態では、反射型偏光板の下に吸収型偏光板を配置したが、吸収型偏光板の代わりに反射型偏光板を配置してもよい。この場合にはそれぞれの透過軸を一致させた方向に反射型偏光板が2枚重なる構造にする。

2枚重ねることにより反射型偏光板の偏光度が実質的に向上するので、反射型偏光板の偏光度の波長依存性が緩和される。発明者の実験によると吸収型偏光板を配置する場合と同様の効果が得られた。

またさらに、この実施の形態では反射型偏光板の真下に吸収型偏光板を配置したが、この場所に限定されるわけではない。

前述の作用の欄の説明から容易に推測できるように、第3の偏光板6である吸収型偏光板は第2の偏光板5である反射型偏光板に対して補助光源10側のいずれかに配置すれば同様の効果が得られる。

たとえば、補助光源10は導光板14の上にプリズムシート11と散乱フィルム12を配置しているが、第3の偏光板6をプリズムシート11の下か、散乱フィルム11の下に配置しても同様の効果が得られる。

この場合には、第2の偏光板5との間に介在する素材が屈折率異方性などを有すると直線偏光が楕円偏光になり、効果が軽減してしまう。

ところが、楕円偏光になることにより、外光利用時には観察者側からの偏光の吸収が増えてコントラストが向上する利点がある。

発明者の実験によれば第2の偏光板5と第3の偏光板6の間に1/4λ板をおいた場合でも、品質的に問題にならないレベルまで表示ムラを軽減できることが確認できた。

また、この実施の形態では反射型偏光板と吸収型偏光板のそれぞれの透過軸を一致させて配置した。この場合に表示ムラを軽減する効果が最も高くなるが、透過軸をずらしても表示ムラを軽減することができるのは前述の説明から推測できる。

実際に5度毎に角度を変化させて実験したところ、45度までは表示ムラが視認できない程度まで改善できた。35度までは表示ムラがほぼ完全に消滅した。

さらに、吸収型偏光板の透過軸を反射型偏光板の透過軸に対してずらすことにより、外光利用時のコントラストを向上することができる。

再び、第2図の光路線23を参照すると、第2の偏光板5を透過した紙面に平行な方向の直線偏光成分は第3の偏光板6に入射するが、ここで透過軸が一致していないので直交する吸収軸による吸収が発生する。

このときの吸収量は、お互いの透過軸の角度が大きいほど多くなる。吸収されなかった直線偏光成分は補助光源10に入射し偏光が乱れて再び第3の偏光板6に戻され、透過軸と平行な成分のみが透過する。

透過した直線偏光成分は第2の偏光板5の透過軸と一致しないためにさらに一部の光しか透過しない。したがって観察者側に戻る光はわずかであり、透過軸を一致させた場合よりもコントラストが向上する。

ただし、透過軸をずらすと補助光源利用時に補助光源10の吸収量も増えるので、画面輝度が低下してしまう。

したがって、透過軸をずらして配置する場合は、外光利用時のコントラストと補助光源の透過率が相反関係にあるために、使用環境やバックライトの消費電力などを考慮して最適な角度を選定する必要がある。

いずれにしても、第3の偏光板6を配置することにより表示ムラが軽減でき、その軽減度合いと表示品質を最適に設定することが可能であるということである。

このように、本実施の形態によれば、反射型偏光板を用いた液晶表示装置において、コントラストや画面輝度を損なうことなく、表示ムラをほぼ完全に消滅させることができた。

〔第2の実施形態：第3図および第4図〕

第3図は、この発明による液晶表示装置の第2の実施形態のパネル構成を示す模式的な断面図であり、第1図と対応する部分には同一の符号を付してあり、それらの説明は省略する。

この第2の実施形態で第1図によって説明した第1の実施形態と異なる点は、第2の偏光板5と第3の偏光板6との間に、光半吸収層7を配設した点だけである。

この光半吸収層7は、反射型偏光板である第2の偏光板5の裏面にカーボンを吸収剤に用いたインキを印刷法により印刷して形成している。この光半透過層7の光透過率は可視光領域においてほぼ均一で平均60%である。

一般に入手可能なものでは、住友スリーエム株式会社製の商品名TDFがある。

これは反射型偏光板の一方の面に粘着剤にビーズを分散した光散乱層を備え、他方の面には黒インキを塗布して光半透過層を備えている。半透過層の透過率は50%程度である。

これを用いれば、光散乱層 4 と第 2 の偏光板 5 と光半吸収層 7 が一度に形成できるので便利である。

この実施の形態の動作について第 4 図を用いて説明する。第 4 図は第 2 の実施形態における動作を説明するための第 2 図と同様な断面図である。

この第 4 図において、第 1 の偏光板 1 と、位相差フィルム 2 と、液晶セル 3 と、光散乱層 4 と、第 2 の偏光板 5 と、光半吸収層 7 と、第 3 の偏光板 6 と、補助光源 10 がこの順番に配置されている。

中心線から左側が液晶セルに電圧を印加しない状態の説明図であり、右側が電圧を印加した状態の説明図である。

光路線 20 と光路線 21 とは補助光源 10 を点灯しない場合で、観察者側から入射する外光による反射型表示時の外光の光路を模式的に図示したもので、光路線 20 は電圧無印加時の場合を、光路線 21 は電圧印加時の場合をそれぞれ表している。

光路線 22 と光路線 23 とは、補助光源 10 を点灯して補助光による透過型表示時の補助光源 10 から出射する光路を模式的に図示したもので、光路線 22 は電圧無印加時の場合を、光路線 23 は電圧印加の場合をそれぞれ表している。

また、光路線中に直線偏光の偏光方向を図示してあり、矢印が紙面に平行な直線偏光成分を表し、二重丸が紙面に垂直方向の直線偏光成分を表す。

さて、本実施の形態では、十分な量の外光が得られる環境では、反射型液晶表示装置として機能する。この場合は補助光源 10 を点灯しなくても十分なコントラストが得られる。

液晶セル 3 に電圧を印加しないときの動作を光路線 20 を用いて説明する。

観察者側から入射する外光は、第 1 の偏光板 1 に入射し、紙面に平行な透過軸方向の直線偏光成分だけが透過し直交する直線偏光成分は吸収される。透過した直線偏光成分は位相差フィルム 2 と液晶セル 3 に入射する。

このとき、位相差フィルム 2 と液晶セル 3 により入射した直線偏光成分は、ほぼ 90 度旋光した紙面に垂直な直線偏光成分とみなせる楕円偏光として出射する。

出射した偏光は光散乱層 4 で散乱するがその偏光状態は変化せずに第 2 の偏光

板 5 に入射する。

このとき、入射する直線偏光成分は第 2 の偏光板 5 の透過軸と直交方向であるので反射し再び液晶セル 3 に戻され、同様の光路で観察者側に戻される。

このとき観察者側は外光の約 20 % 以上が反射して戻り、観察者には明表示として視認できる。

つぎに、液晶セル 3 に電圧を印加したときは、液晶セル 3 で 90 度旋光せずに紙面に平行な直線偏光を維持したまま光散乱層 4 と第 2 の偏光板 5 に入射する。

このとき、第 2 の偏光板 5 の透過軸と一致するのでこれも透過し、光半吸収層 7 に入射する。

光半吸収層 7 は透過率が可視光領域において約 60 % であるので約 40 % がここで吸収される。残りの 60 % の直線偏光成分は第 3 の偏光板 6 に入射する。

入射する直線偏光成分は第 3 の偏光板 6 の透過軸と一致するのでこれも透過し、補助光源 10 に入射し、補助光源 10 内で多少偏光解消して反射し、第 3 の偏光板 6 に戻される。

このとき、第 3 の偏光板 6 の透過軸方向の直線偏光成分だけが透過し、さらに光半吸収層 7 に入射し、40 % が吸収され、観察者側に戻される。

発明者らの測定によると観察者側に戻される光量は入射外光の 2 % 以下であった。

したがって、観察者は暗表示として視認できる。第 1 の実施形態と比較すると 5 % であった反射率が光半吸収層 7 を配置したことにより 2 % 以下まで低下した。

これにより、観察者はより黒い表示が視認できる。つまり外光利用時の表示コントラストが向上していることを意味する。以上が外光利用時の明暗表示の動作である。

つぎに、環境が暗く十分な量の外光が得られない場合には、補助光源 10 を点灯し、補助光を利用した透過型液晶表示装置として機能する。

この場合の動作は第 1 の実施形態と同様であるが、一つだけ異なるのは光半吸収層 7 を一度通過することである。ここで透過光量の 40 % が吸収されてしまうので、観察者側に補助光源 10 からの出射光の約 10 % が透過する。

第4図の光路線22と光路線23がそれぞれ液晶セル3に電圧を印加しない場合と印加した場合の光路を示しているが、光半吸収層7で第3の偏光板6を透過した直線偏光成分が吸収されることが分かる。

しかし、光路線22と光路線23のいずれも約40%が吸収されるので、観察者側には明表示時と暗表示時のどちらでも40%が吸収されるので、画面輝度は減少するがコントラストは減少しない。以上が、補助光源利用時の明暗表示の動作である。

以上の説明から、この実施の形態においても、従来技術と変わらずに、外光利用時と補助光源利用時の両方においてコントラストの高い明暗表示が可能であることが分かる。

さて、つぎにこの発明の目的である補助光源利用時に発生する表示ムラの軽減について説明する。

まず、本実施形態でも第1の実施形態と同様に第3の偏光板6を備えたため、補助光源10の出射光は透過軸に平行な直線偏光成分は透過し、垂直な方向の直線偏光成分は吸収される。

いま、第3の偏光板6と第2の偏光板5では、透過軸が一致しているので第3の偏光板6を透過した直線偏光成分は第2の偏光板5も透過する。

一方、紙面に垂直な方向の直線偏光成分は第2の偏光板5にほとんど入射しないので、第2の偏光板5の透過率の波長依存性が面内で不均一であっても、透過した光は面内で不均一になることはない。

この実施の形態のように、第2の偏光板5と第3の偏光板6の間に光半吸収層7が介在しても、偏光状態に変化はなく、紙面に平行な直線偏光成分が減衰するのみで反射型偏光板5に紙面に垂直方向の偏光成分が入射しないことには変わらない。

したがって、観察者側には表示ムラはまったく見られない。

このように、第2の偏光板5に入射する前に、その反射軸と平行な直線偏光成分を軽減することにより、第2の偏光板5の反射偏光度の面内不均一性による画像品質の劣化が防止できる。

さらに、光半吸収層7を配置することにより外光利用時のコントラストを向上

させながら表示ムラのない表示を実現できる。

この実施の形態では反射型偏光板と吸収型偏光板の間に光吸収層 7 を配置したが、この場所に限定されるものではない。

前述の説明から容易に推測できるとおり、光半吸収層 7 は第 4 図において観察者側から見て第 2 の偏光板 5 の下側であり、光路線 2 1 上であればいずれの位置でもよい。

たとえば、補助光源 1 0 の構成部材であるプリズムシートの下か、さらに下部に配置する光散乱板の下か、導光板の下のいずれの位置に配置しても同様の効果が得られる。

さらに、第 3 の偏光板 6 についてもこの場所に限定されるわけではない。たとえば、第 3 の偏光板 6 をプリズムシートの下か光散乱層の下に配置しても同様の効果が得られる。

この場合には、第 2 の偏光板 5 との間に介在する素材が屈折率異方性などを有すると直線偏光が楕円偏光になり、効果が軽減してしまうので注意が必要である。

また、この実施の形態では第 3 の偏光板として吸収型偏光板を配置したが、代わりに反射型偏光板を配置してもよい。

その場合には、それぞれの透過軸を一致させ、反射型偏光板が光半吸収層 7 を挟持する構造にする。反射型偏光板を 2 枚用いることにより、その偏光度が実質的に向上するので、反射型偏光板の偏光度の波長依存性が緩和される。発明者の実験によると、吸収型偏光板を配置する場合と同様の効果が得られた。

さらに、反射型偏光板が補助光源 1 0 の直上に配置されるので、補助光源 1 0 の出射光のうち反射型偏光板の反射軸方向の直線偏光成分が補助光源 1 0 に戻され、さらに、偏光解消しながら反射し、透過軸方向の直線偏光成分として一部が透過する。このように光源のリサイクルが発生し、観察者側の表示輝度が実質的に向上する。補助光源 1 0 の導光板 1 4 の厚みなどを最適に選べば、約 1. 6 倍に向上する。

このように、この実施の形態によれば、反射型偏光板を用いた液晶表示装置において、コントラストや画面輝度を損なうことなく、表示ムラをほぼ完全に消滅

させることができた。

産業上の利用可能性

以上のように、この発明による液晶表示装置は、補助光源の出射光を第3の偏光板により所定の直線偏光成分に偏光分離した後に、第2の偏光板である反射型偏光板に入射する構造を採用し、これにより反射型偏光板の反射分光特性に波長依存性があり、さらに面内で反射分光特性が不均一であっても、その反射軸方向に入射する直線偏光成分は十分に減衰しているため、反射特性には関係なくなり、表示品質への悪影響もなくなる。

したがって、反射型偏光板利用時の表示ムラが全く生じない高い表示品質の液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

第1図はこの発明による液晶表示装置の第1の実施形態のパネル構成を示す模式的な断面図である。

第2図は同じくその動作を説明するための主要部分の断面図である。

第3図はこの発明による液晶表示装置の第2の実施形態のパネル構成を示す模式的な断面図である。

第4図は同じくその動作を説明するための主要部分の断面図である。

第5図はこの発明による液晶表示装置の基本的な作用を従来例と比較して説明するための説明図である。

第6図は第5図における第1の偏光板と第2の偏光板の斜視図である。

第7図は第5図における本発明Bの場合に観察者側から測定した透過分光特性を示す線図である。

第8図は従来の液晶表示装置のパネル構成を示す模式的な断面図である。

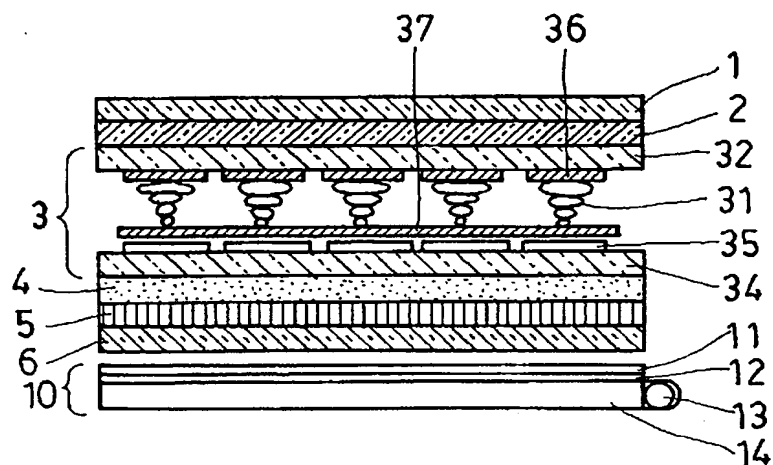
第9図は同じくその動作を説明するための主要部分の断面図である。

第10図および第11図は、第5図の従来例の場合の第6図に示す測定点Aと測定点Bにおいてそれぞれ測定した透過分光特性を示す線図である。

第12図は反射型偏光板の構造を模式的に示す断面図である。

【図1】

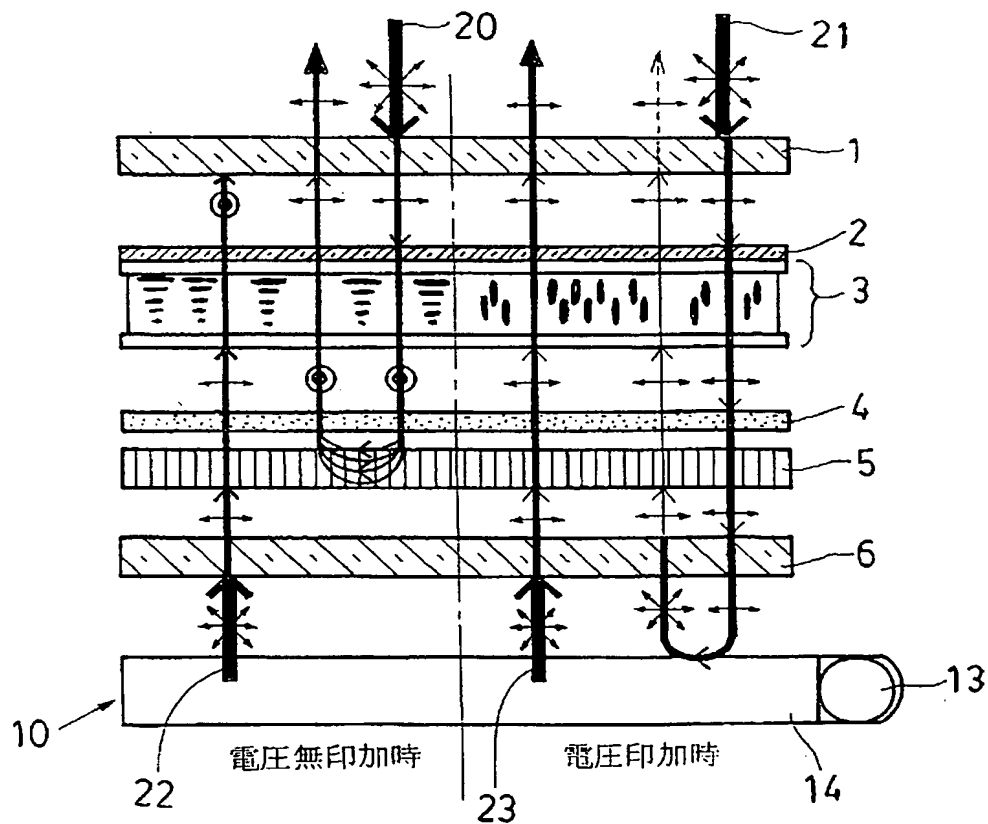
第1図



【図2】

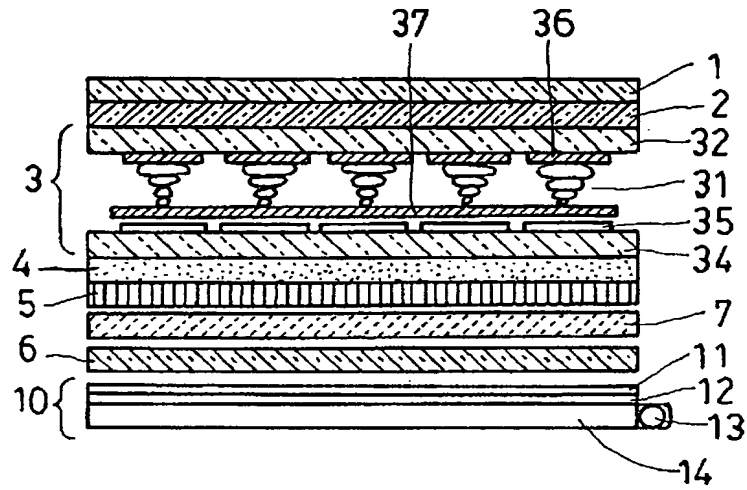
第2図

観察者側



【図3】

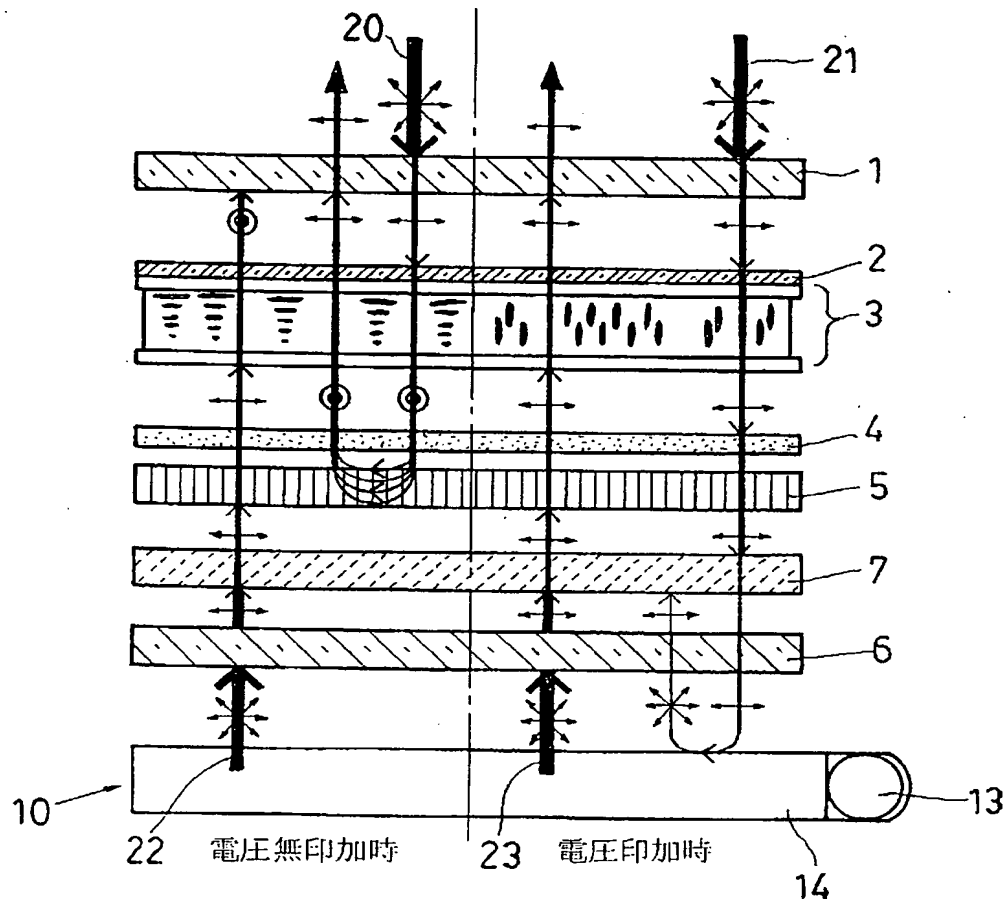
第3図



【図4】

第4図

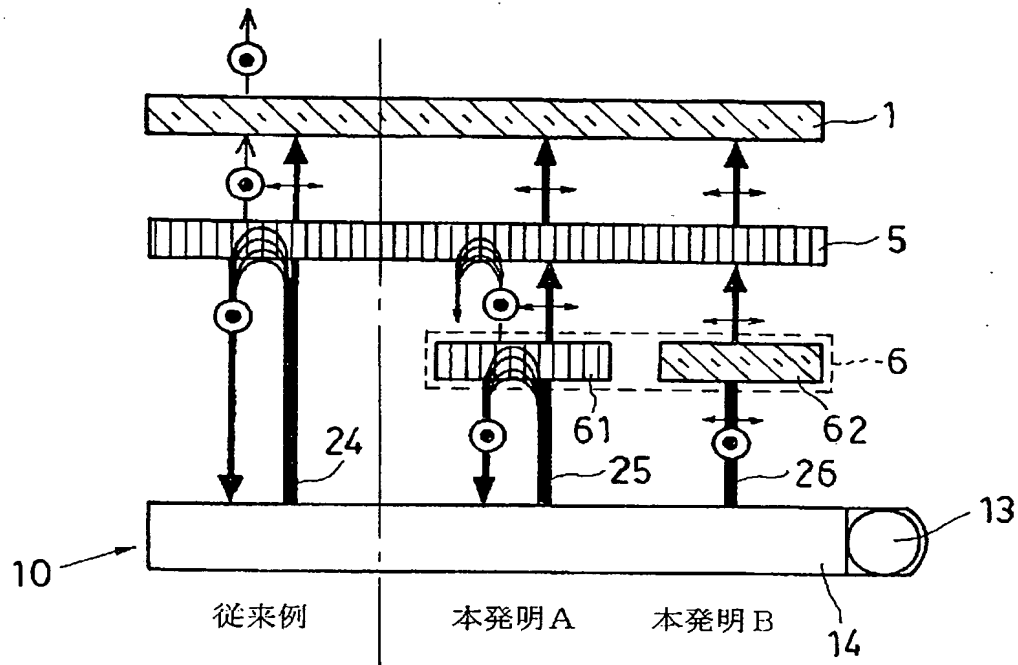
観察者側



【図5】

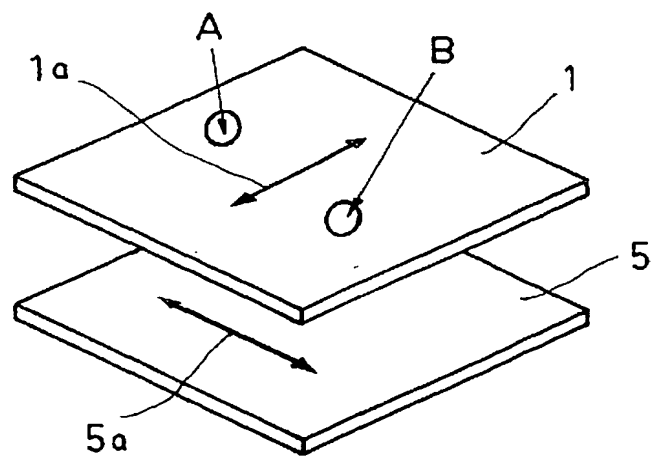
第5図

観察者側



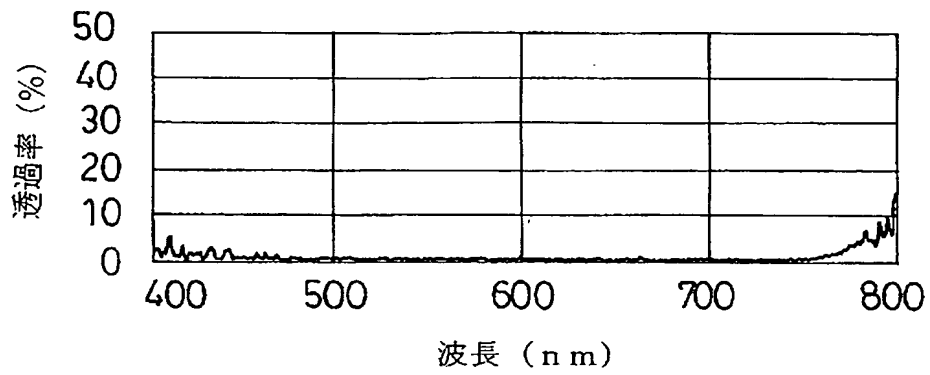
【図6】

第6図



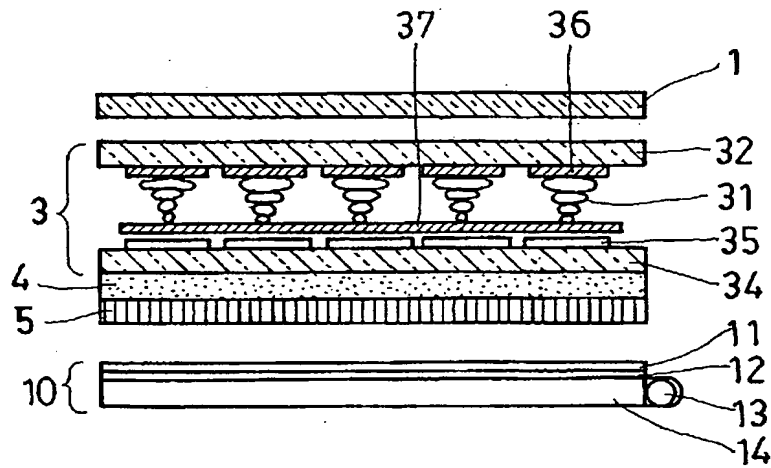
【図7】

第7図



【図8】

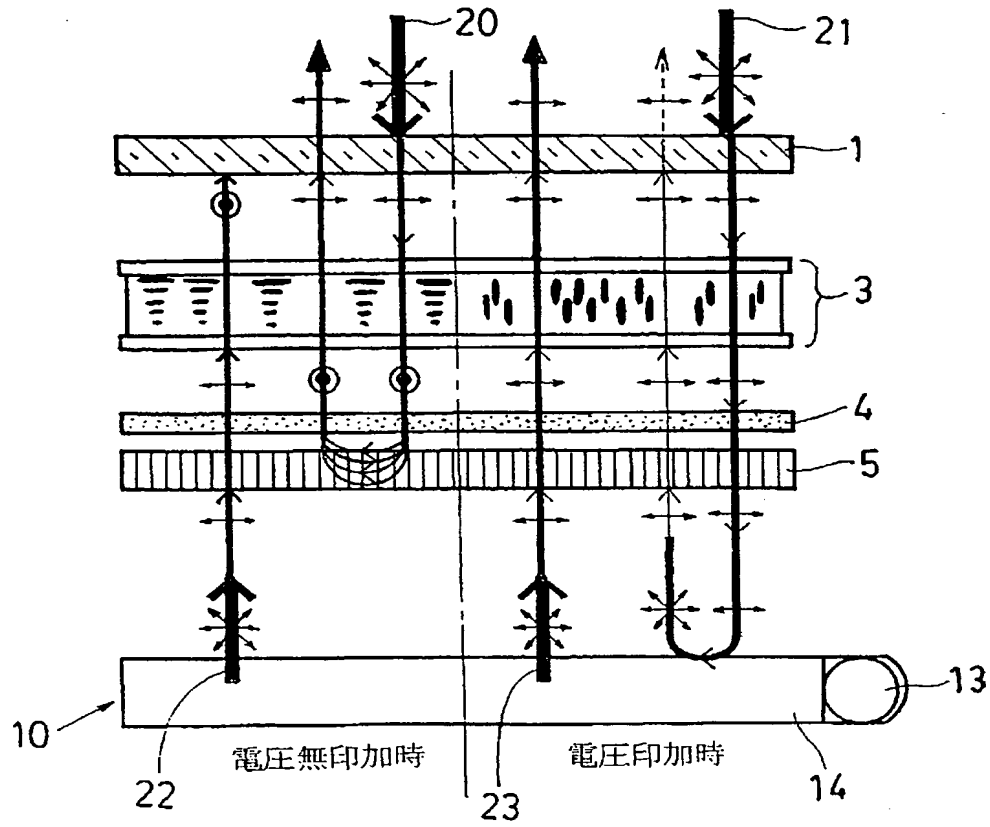
第8図



【図9】

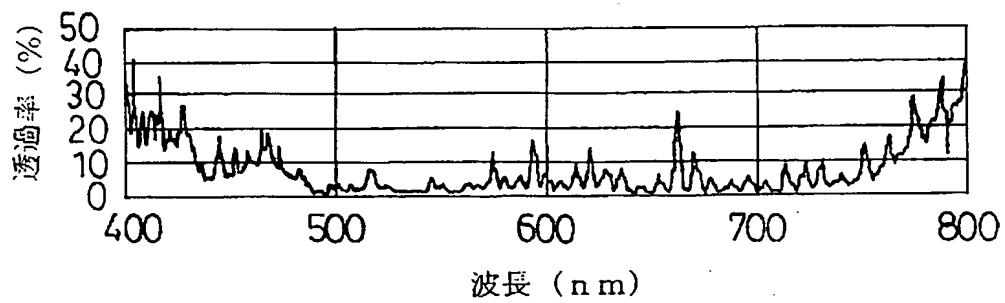
第9図

観察者側



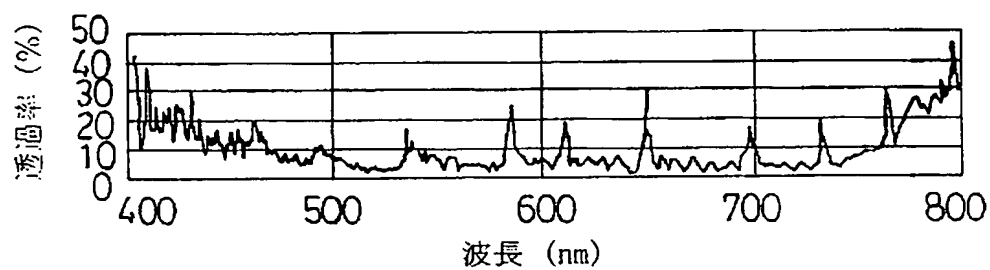
【図10】

第10図



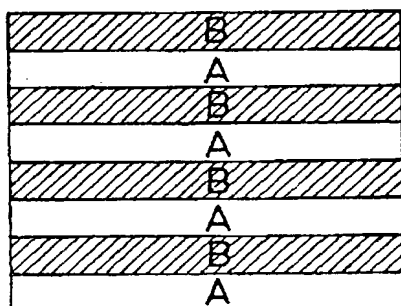
【図11】

第11図



【図12】

第12図



【手続補正書】

【提出日】平成13年6月7日(2001. 6. 7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 液晶表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明な第1の基板と第2の基板とを所定の間隔で対向させて配置し、その間隙に液晶層を封入してなり、その液晶層に電圧を印加することにより入射光に対して光学変化を与える液晶セルと、

該液晶セルの視認側にある前記第1の基板の外側に設けた第1の偏光板と、
前記液晶セルの前記視認側と反対側にある前記第2の基板の外側に設けた第2の偏光板と、

該第2の偏光板の前記液晶セルと反対側に設けた補助光源とを備えた液晶表示装置であって、

前記第1の偏光板は第1の直線偏光成分を透過する偏光板であり、
前記第2の偏光板は第2の直線偏光成分を反射し、該第2の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第3の直線偏光成分は透過する偏光板であり、
前記第2の偏光板と前記補助光源との間に、第4の直線偏光成分を透過する第3の偏光板を配設し、

該第3の直線偏光成分と前記第4の直線偏光成分の振動方向が交差する角度がマイナス45度以上プラス45度以下の範囲である

ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 透明な第1の基板と第2の基板とを所定の間隔で対向させて配置し、その間隙に液晶層を封入してなり、その液晶層に電圧を印加することにより入射光に対して光学変化を与える液晶セルと、

該液晶セルの視認側にある前記第1の基板の外側に設けた第1の偏光板と、

前記液晶セルの前記視認側と反対側にある前記第 2 の基板の外側に設けた第 2 の偏光板と、

該第 2 の偏光板の前記液晶セルと反対側に設けた補助光源とを備えた液晶表示装置であって、

前記第 1 の偏光板は第 1 の直線偏光成分を透過する偏光板であり、

前記第 2 の偏光板は第 2 の直線偏光成分を反射し、該第 2 の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第 3 の直線偏光成分は透過する偏光板であり、

前記第 2 の偏光板と前記補助光源との間に、第 4 の直線偏光成分を透過する第 3 の偏光板を配設し、

前記第 2 の偏光板と前記第 3 の偏光板の間、前記第 3 の偏光板と前記補助光源との間、および前記補助光源の構成部品の間のいずれかに光半吸収層を設け、

前記第 3 の直線偏光成分と前記第 4 の直線偏光成分の振動方向がほぼ一致していることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】 前記第 3 の偏光板は、前記第 4 の直線偏光成分を透過し、該第 4 の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第 5 の直線偏光成分は吸収する吸収型偏光板である請求項 1 又は 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記第 3 の偏光板は、前記第 4 の直線偏光成分を透過し、該第 4 の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第 5 の直線偏光成分は反射する反射型偏光板である請求項 1 又は 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記補助光源は、冷陰極管を用いたバックライト装置である請求項 1 又は 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記補助光源は、ライトエミッティングダイオードを用いたバックライト装置である請求項 1 又は 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記補助光源は、エレクトロルミネッセンス素子を用いたバックライト装置である請求項 1 又は 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記第 3 の偏光板と前記第 2 の偏光板とが接着している請求項 1 又は 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】 前記第 3 の偏光板が、前記補助光源又は該補助光源を構成する部材に固定され、前記第 2 の偏光板とは分離されている請求項 1 又は 2 に記載

の液晶表示装置。

【請求項 1 0】 前記光半吸収層は、可視光領域のほぼ全領域において均一な吸収特性を有し、吸収率が 6 0 % 以下である請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 1】 前記第 2 の偏光板の視認側のいずれかの位置に光散乱層を設けた請求項 1 又は 2 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、透明な一对の基板の間に液晶層を封入し、その液晶層に電圧を印加することにより入射光に対して光学変化を与える液晶セルと、その液晶セルの視認側とその反対側にそれぞれ設けた偏光板とからなる液晶表示パネルと、その視認側と反対側に設けた補助光源とを備えた液晶表示装置、すなわち透過型液晶表示装置および半透過反射型液晶表示装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来のツイストネマティック (TN) 液晶やスーパーツイストネマティック (STN) 液晶などを利用した液晶表示装置は、2 枚の偏光板で液晶セルを挟持した構造である。さらに、偏光板として、互いに直交する透過軸と吸収軸とを持ち、その透過軸と平行な方向に振動する直線偏光成分は透過し、吸収軸と平行な方向に振動する直線偏光成分は吸収する特性をもつ吸収型偏光板を用いていたため、光の利用効率が悪く、反射型表示を行う場合には暗い表示になっていた。

また、補助光源として EL 素子などのバックライト装置を備えた半透過反射型液晶表示装置の場合には、反射型表示と透過型表示とで光の利用効率が相反するため、どちらの状態でも暗い表示になっていた。

【0 0 0 3】

そこで、従来から利用されている吸収型偏光板に反射型偏光板を組み合わせる方法が提案されている。

反射型偏光板は、互いに直交する透過軸と反射軸とを持ち、その透過軸と平行な方向に振動する直線偏光成分は透過し、反射軸と平行な方向に振動する直線偏

光成分は反射する特性をもつ。

いま、吸収型偏光板と反射型偏光板を重ねて吸収型偏光板側から視認する場合を考える。

この場合、両偏光板の透過軸が互いに平行する場合には、高い透過特性を有し、透過軸が互いに直交する場合には高い反射特性を有する。これは、2枚の吸収型偏光板の透過軸を互いに直交させて配置した場合に大きな吸収特性（黒）を示すのに対して基本的に異なる性質である。

【0004】

2枚の吸収型偏光板を利用する場合には、液晶表示パネルに対し観察者と対向する位置に反射板を配置することにより、透過状態で外部光の反射板による反射を利用して明表示を行い、吸収状態で暗表示を行う。

しかし、この場合、反射板上に配置する吸収型偏光板を2度透過するため、光の吸収が発生して暗い表示になる。さらに、散乱性を有する反射板を利用するため、反射板による偏光の乱れにより、吸収型偏光板による光の吸収が発生することによっても、暗い表示になってしまう。

また、外部光が充分でない暗い環境では、液晶表示装置の表示の視認性が極めて悪化するため、液晶表示装置内に補助光源を有する場合が多い。その場合には半透過特性をもつ反射板が利用される。

【0005】

簡単に、2枚の吸収型偏光板を重ねた場合を考えると、外部光による反射表示の際の明表示は、2枚の吸収型偏光板の透過軸が平行の場合に相当し、補助光源を利用する場合にも明表示となる。

つぎに、暗表示の場合も同様に、2枚の吸収型偏光板の透過軸が直交する配置に相当し、外部光源による場合も補助光源による場合も暗表示になる。

これに対して、より明るい半透過型の液晶表示装置を実現するために、最近になって吸収型偏光板と反射型偏光板を組み合わせる方法が提案されている。

【0006】

この場合の半透過反射型液晶表示装置は動作が異なるので、以下、図8および図9を用いて説明する。

図8は、従来の液晶表示装置のパネル構成を示す模式的な断面図である。

図8において、ガラス等の透明材料からなる第1の基板32と第2の基板34とを所定の間隔で対向させ、その間隙に液晶層31を図示しないシール材によって封入して、液晶セル3を構成する。液晶層31には、第1の基板32から第2の基板34にて約90°光を旋光するツイストネマティック液晶を用いている。

その液晶セル3の第1の基板32の内面（液晶層31と接する面）には、ITO膜等の透明電極膜からなるM本の信号電極36を備えている。一方、第2の基板34の内面（液晶層31と接する面）には信号電極36と交差する透明電極膜からなるN本の走査電極37を備え、M×Nの画素部を有するマトリクス型の液晶表示パネルとなる。

【0007】

そして、この液晶セル3の第1の基板32の観察者側である視認側には、第1の偏光板1を設け、第2の基板34の視認側と反対側には、光散乱層4と第2の偏光板5を設けている。

その第1の偏光板1には吸収型偏光板を用い、第2の偏光板5には反射型偏光板を用いている。ここで、反射型偏光板には住友スリーエム株式会社製の商品名RDF-Cを利用する。第1の偏光板1と第2の偏光板5は、互いの透過軸が一致する方向に設置されている。

そして、第2の偏光板5に対して第2の基板34の反対側には、補助光源10を配置している。この補助光源10は冷陰極管（蛍光灯）13を1本配置し、アクリル樹脂からなる導光板14で面光源に拡散するサイドエッジ方式を採用している。

さらに、散乱性を向上するために導光板14上に散乱フィルム12を設け、さらにその上に指向性を持たせるためのプリズムシート11を重ねて設けている。

【0008】

次に、この液晶表示装置による明暗の表示動作を外光利用時と補助光源利用時とのそれぞれについて図9を用いて説明する。

まず最初に、図9の光路線20と21を用いて外光利用時について説明する。

光路線20は液晶セル3に電圧を印加しない場合の光路を示し、光路線21は

液晶セル 3 に電圧を印加した場合の光路を示している。液晶表示装置を使用する環境が明るい場合には、液晶表示装置へは、観察者側より外部光が入射する。

まず光路線 20 について説明する。

観察者側から入射した光は第 1 の偏光板 1 により透過軸に平行な方向に振動する直線偏光成分が透過して液晶セル 3 に入射する。その入射した直線偏光成分は液晶セル 3 内で 90 度旋光されて、第 2 の偏光板 5 の方向に出射する。

このとき第 2 の偏光板 5 に入射する直線偏光成分の振動方向と第 2 の偏光板 5 の反射軸とが平行になるので、全て反射される。つまり、観察者側から入射した光の約半分がそのまま観察者側に反射される。したがって、このときに観察者は明表示として視認できる。

【0009】

次に、液晶セル 3 に電圧を印加した場合の光路線 21 について説明する。

液晶セル 3 に約 3 V の電圧が印加されることにより、液晶分子が起立して 90 度の旋光性が失われる。したがって、液晶セル 3 に入射した直線偏光成分はそのまま第 2 の偏光板 5 に入射する。

このとき、第 2 の偏光板 5 に入射する直線偏光の振動方向は透過軸と平行になっているので、第 2 の偏光板 5 を透過し、裏面側に配置された補助光源 10 に入射する。補助光源 10 では入射した直線偏光成分は導光板 14 によって偏光が乱されながら反射され、第 2 の偏光板 5 に入射し、さらに一部の直線偏光成分が透過して観察者側に戻される。

つまり、補助光源 10 である程度の偏光の乱れがあれば観察者側に戻る光は僅かであり、観察者は暗表示として視認できる。

さらに、第 2 の偏光板 5 の裏面に光吸収層を設ければ、観察者側に戻る光の吸収量がさらに増える。

【0010】

以上が外光利用時の明暗表示の動作である。以前から採用されていた 2 枚の吸収型偏光板と反射板を組み合わせた液晶表示装置では、往復で 4 回吸収型偏光板を透過するが、上述した従来の液晶表示装置では往復で 2 回しか偏光板を透過しないので、反射率が高く、明るい表示が可能になる。

さらに、住友スリーエム株式会社製の商品名RDF-Cが反射型偏光板として充分機能しており、高反射率であることも明るい表示の理由である。

【0011】

次に、補助光源10を利用する場合について、図9の光路線22と光路線23を用いて説明する。まず、電圧無印加時の光路線22について説明する。

補助光源10からの出射光は第2の偏光板5に入射する。第2の偏光板5では透過軸と平行な方向に振動する直線偏光成分は透過し、透過軸に直交する方向に振動する直線偏光成分は反射して、再び補助光源10に戻される。

第2の偏光板5を透過した直線偏光成分は、液晶セル3で90度旋光され、第1の偏光板1に到達する。このとき、第1の偏光板1に入射する直線偏光成分は、その振動方向が透過軸と直交するため吸収され、観察者側には出射しない。したがって、観察者は暗表示として視認できる。

【0012】

次に、電圧印加時の光路線23について説明する。液晶セル3に電圧が印加されることにより、その旋光性が消失するので、補助光源10から出射して第2の偏光板5を透過した直線偏光成分は、そのまま旋光されずに第1の偏光板1に入射する。

このとき、第1の偏光板1に入射する直線偏光成分は、その振動方向が透過軸と平行になっているので、第1の偏光板1を透過して観察者側に出射する。したがって、観察者は明表示として視認できる。

【0013】

以上が補助光源10を利用した時の明暗表示の動作である。ここで、外光利用時と補助光源利用時の明暗表示の特徴をまとめると、外光利用時は液晶セル3へ電圧を印加しない状態で明表示、印加すると暗表示になる。

補助光源10の利用時は液晶セル3へ電圧を印加しない状態で暗表示、印加すると明表示になる。

これを観察者が視認すると、外光利用時と補助光源利用時で画像がいわゆる階調反転して見える。階調反転すると認識しにくくなる画像を表示する場合には、補助光源10の点灯に同期して、表示する画像自体の階調を反転した画像を液晶

表示装置に表示させれば、この問題をほぼ解決できることが分かっている。

【0014】

ここで注目したいのは、外光利用時の外光反射率が理論的には50%近く、補助光源の透過率も50%近いことである。これは、以前の吸収型偏光板を用いた半透過型液晶表示装置では実現できなかったことである。

このように、この液晶表示装置は、明るい表示が得られるという点と、補助光源の利用効率が非常に高いという利点があるため、多く利用されている。

しかしながら、このような従来の液晶表示装置には、半透過型で用いるには大きな問題がある。すなわち、補助光源を利用して明暗表示を行う場合に、暗表示部分において暗さの異なる表示ムラが見えてしまうことである。

これは、以前から利用されていた吸収型偏光板を利用する液晶表示装置にはなかった問題であり、反射型偏光板を使用することによる特有の問題である。

【0015】

図5及び図6と図10及び図11を用いて暗表示状態での表示ムラについて説明する。図5において、中心線から左側に図示しているのが従来例の説明図である。中心線から右側に図示しているのは後述するこの発明の実施形態による場合を対比して説明するためのものであり、ここでは説明を省く。

図5は、前述した図9に示した従来例から第1の偏光板1と第2の偏光板5を取り出して示したものである。

第1の偏光板1は吸収型偏光板であり、第2の偏光板5は反射型偏光板であって、住友スリーエム株式会社製の商品名RDF-Cを用いている。図5中、円の中に黒点のある記号は、直線偏光の振動方向が紙面に垂直な方向であることを示し、横向きの両矢印はそれが紙面に平行な方向であることを示している。

【0016】

つぎに図6を参照する。図6は図5における第1の偏光板1と第2の偏光板5の斜視図である。図示のように、第1の偏光板1の透過軸1aと第2の偏光板5の透過軸5aとが直交している。この図6において、第2の偏光板5の裏面側から分光がフラットな光を投射する。

このときの第1の偏光板1の透過分光特性を、測定点Aと測定点Bにおいてそ

れぞれ測定した。その結果を図10および図11に示す。

図10及び図11において、測定点Aと測定点Bの可視光領域における透過率が高いところで10%以上であり、かなり透過してしまっていることが分かる。

【0017】

理想的には第1の偏光板1の透過軸1aと第2の偏光板5の透過軸5aを直交させているので、透過率が0%であることが望ましい。例えば、通常の吸収型偏光板では3%以下であることからすると、かなり透過してしまっている。

これは、反射型偏光板の反射偏光度が85%から90%とそれほどよくないためである。これにより所定方向の直線偏光成分が反射されずに透過してしまい、観察者側に漏れ光として視認される。

また、図10及び図11において、透過率の分光特性が可視光領域において一定でなく不均一であることが分かる。さらに、測定点Aと測定点Bでは分布がかなり異なることがわかる。この透過率の不均一量は肉眼で十分に視認できる量であり、表示品質を著しく低下させてしまう。

特に、この不均一性は所定方向へ伸びる帯状に見える傾向が強く肉眼でも視認しやすい。

【0018】

この現象は、反射型偏光板の構造と偏光原理に原因がある。たとえば、反射型偏光板を実現する方法として、多層膜による方法がある。図12にその断面図を模式的に示す。

図12において、屈折率異方性を有するA層とB層が交互に多数枚積層されている。

さらに、所定方向におけるA層の屈折率とB層の屈折率が異なり、所定方向と直交する方向の屈折率がA層とB層で等しくなるように配置する。

このとき、各層で屈折率の異なる所定方向において、各層における膜厚と屈折率の積の和が $1/2\lambda$ になるように設定することにより、波長 λ の光の内の所定方向の直線偏光成分のみが反射され、所定方向と直交する直線偏光成分は透過するようになる。

【0019】

これを可視光領域の全ての波長において実現するように、A層とB層を多数枚積層することにより反射型偏光板を実現できる。このようなものは、国際公開公報WO 9 5 / 1 7 6 9 2に開示されている。

ところが、実際は製造上のばらつきにより、広い面積で均一な膜厚を維持するのは困難である。この膜厚の不均一性が、透過分光特性の不均一化を誘引する。

実際の膜厚は100 nm程度であるので、この膜厚を数十cmに渡って均一に形成するのは現実的にはかなり困難である。

また、可視光領域で均一な分光特性を得るためには、層数が多いほど偏光特性に優れるが、実際の量産上では百層程度が理想的である。この層数を充分にとれないことも不均一性の原因となる。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、反射型偏光板にはその製造上のばらつきや多層膜の層数の限界から誘引される反射偏光度の低下と分光特性の不均一性がある。

これが原因で、補助光源を利用する時に、観察者側では表示ムラが発生し、表示品質を著しく低下させているという問題があった。

この発明は、反射型偏光板を使用する液晶表示装置における上述のような問題を解決するためになされたものであり、補助光源を利用する透過型の表示を行う場合に、表示ムラを発生させることなく、品質の高い表示を行えるようにすることを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】

この発明は、透明な第1の基板と第2の基板とを所定の間隔で対向させて配置し、その間隙に液晶層を封入してなり、その液晶層に電圧を印加することにより入射光に対して光学変化を与える液晶セルと、その液晶セルの視認側にある第1の基板の外側に設けた第1の偏光板と、液晶セルの視認側と反対側にある第2の基板の外側に設けた第2の偏光板と、その第2の偏光板の液晶セルと反対側に設けた補助光源とを備えた液晶表示装置において、上記の目的を達成するため、次のように構成したものである。

上記第1の偏光板は第1の直線偏光成分を透過する偏光板とし、

上記第2の偏光板は第2の直線偏光成分を反射し、該第2の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第3の直線偏光成分は透過する偏光板とし、

上記第2の偏光板と上記補助光源との間に、第4の直線偏光成分を透過する第3の偏光板を配設し、

上記第3の直線偏光成分と第4の直線偏光成分の振動方向が交差する角度がマイナス45度以上プラス45度以下の範囲になるようにする。

【0022】

上記第3の偏光板は、第4の直線偏光成分を透過し、該第4の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第5の直線偏光成分は吸収する吸収型偏光板とするとよい。

上記第3の偏光板は、第4の直線偏光成分を透過し、該第4の直線偏光成分の振動方向と直交する方向に振動する第5の直線偏光成分は反射する反射型偏光板であってもよい。

上記補助光源は、冷陰極管、ライトエミッティングダイオード、あるいはエレクトロルミネッセンス素子を用いたバックライト装置とするとよい。

上記第3の偏光板と第2の偏光板とを接着してもよい。

【0023】

上記第3の偏光板が、上記補助光源又は該補助光源を構成する部材に固定され、上記第2の偏光板とは分離されているようにしてもよい。

上記第2の偏光板の視認側のいずれかの位置に光散乱層を設けるとよい。

上記第2の偏光板と第3の偏光板の間、第3の偏光板と補助光源との間、および補助光源の構成部品の間のいずれかに光半吸収層を設け、上記第3の直線偏光成分と第4の直線偏光成分の振動方向がほぼ一致するようにすることもできる。

上記光半吸収層は、可視光領域のほぼ全領域において均一な吸収特性を有し、吸収率が60%以下であるのが望ましい。

上記第2の偏光板の視認側のいずれかの位置に光散乱層を設けるとよい。

【0024】

【発明の実施の形態】

この発明をより詳細に説明するために、添付図面にしたがって、この発明の実施例を説明する。

〔この発明の基本的な作用の説明：図5乃至図7〕

この発明の具体的な実施形態の説明に先立って、この発明による液晶表示装置の基本的な作用について、図5乃至図7を用いて説明する。

図5は背景技術の説明でも用いた図であり、従来およびこの発明による液晶表示装置における液晶セルなどは省略して、補助光源10と各偏光板（偏光分離器）のみを取り出して示した図である。なお、円内に黒点のある記号は、直線偏光の振動方向が紙面に垂直な方向であることを示し、横向きの両矢印は、それが紙面に平行な方向であることを示している。

【0025】

図5における中心線から左側の従来例は、下から補助光源10と、第2の偏光板5と、第1の偏光板1が配置されている。

一方、中心線から右側の本発明のものは、補助光源10と、第3の偏光板6と、第2の偏光板5と、第1の偏光板1とを配置している。

この図5において、第2の偏光板5には反射型偏光板を用い、その透過軸は紙面に平行に配置している。

第1の偏光板1には吸収型偏光板を用い、その透過軸は紙面に垂直に配置している。また、本発明Aでは第3の偏光板6として反射型偏光板61を用い、その透過軸が紙面に平行になるように配置している。本発明Bでは第3の偏光板6として吸収型偏光板62を用い、その透過軸が紙面に平行になるように配置している。

【0026】

この図5における各偏光板の透過軸の配置は、液晶層を介在していないので、第1の偏光板1の透過軸を90度回転している。つまり、液晶層に電圧を印加しない状態に相当する。

図6に、第1の偏光板1と第2の偏光板5を斜視図で示し、その第1の偏光板1に透過軸1aと第2の偏光板5の透過軸5aとが直交するように配置されていることを示している。

この構成により、外光利用時には、外光が第2の偏光板5で反射され観察者側に戻り、明表示となり、補助光源10の使用時には補助光が第1の偏光板1で吸収され、観察者側に出射せず暗表示となる。図5には補助光源10からの補助光のみについて図示している。

【0027】

まず、従来例について説明する。従来例では、補助光の光路線24に沿う出射光は第2の偏光板5に入射し、紙面と平行な方向に振動する直線偏光成分は第2の偏光板5を透過し、第1の偏光板1に吸収される。

ところが、紙面と垂直な方向に振動する直線偏光成分は反射型偏光板の反射偏光度が悪いために10%程度が第2の偏光板5を透過し、第1の偏光板1に入射する。さらに、その直線偏光成分は、振動方向が第1の偏光板1の透過軸と一致するために、観察者側に透過してしまう。さらに、この透過量は反射型偏光板である第2の偏光板5の反射偏光度のばらつきに依存し、観察者側では表示ムラとして視認されてしまう。

これに対し、この発明による液晶表示装置では、補助光源と第2の偏光板5の間に第3の偏光板6を配置している。

【0028】

このときの動作を、本発明Aと本発明Bについてそれぞれ説明する。

まず、本発明Aでは、第3の偏光板6に反射型偏光板61を用いる。補助光源10からの光路線25に沿う出射光は、反射型偏光板61により紙面に平行な方向に振動する直線偏光成分は透過して、第2の偏光板5に入射し、その直線偏光成分の振動方向が透過軸と平行なので、第2の偏光板5も透過し、第1の偏光板1に入射し、ここで吸収される。

また、光路線25に沿う紙面に垂直な方向に振動する直線偏光成分は、反射型偏光板61で約90%が反射されて補助光源10に戻される。残りの約10%は反射型偏光板61を透過してしまうが、その振動方向が第2の偏光板5の透過軸と直交する方向なので、さらに90%以上が反射され、第2の偏光板5を抜けるのはわずか2%以下である。したがって、観察者側には補助光源10からの出射光は殆ど抜けてこない。

補助光源 10 からの補助光が観察者側に出射しないということは当然であるが、たとえ第 2 の偏光板 5 の偏光度が不均一であっても、表示ムラがまったく発生しないことになる。

【0029】

次に、本発明 B の場合には、第 3 の偏光板 6 として吸収型偏光板 62 を用いている。そのため、補助光源 10 からの光路線 26 に沿う出射光は、最初に吸収型偏光板 62 に入射し、紙面と垂直な方向に振動する直線偏光成分はその吸収型偏光板 62 で吸収される。一般的に吸収型偏光板の吸収偏光度は高く、95%以上である。

したがって、観察者側には紙面に垂直な方向に振動する直線偏光成分は出射しないので、第 2 の偏光板 5 の偏光度が不均一であっても、表示ムラがまったく発生しない。

【0030】

図 7 に本発明 B の場合に観察者側から測定した透過分光特性を示す。縦軸は透過率を示し、横軸が波長を示す。実際には補助光源 10 が不均一な分光特性をもつが、均一な分光特性として計算し直した線図を示している。

この図 7 によれば、透過率は平均で 1%以下であり、さらに固有の波長域で透過率が高くなる現象もみられない。これは、反射型偏光板を用いた場合に生じる固有の表示ムラが完全に消滅していることを示す。

さらに、第 2 の偏光板 5 と補助光源 10 の間で、第 3 の偏光板 6 の両側のどちらかに光半吸収層を配置することにより、観察者側からの外光利用時のコントラストが向上する。

この場合でも、第 3 の偏光板 6 を配置する効果に影響はなく、表示ムラは発生しない。

【0031】

〔第 1 の実施形態：図 1 および図 2〕

次に、この発明による液晶表示装置の第 1 の実施の形態について図 1 および図 2 を用いて説明する。

図 1 はその液晶表示装置のパネル構成を示す模式的な断面図、図 2 はその動作

を説明するための説明図である。これらの図において前述した図8および図9と対応する部分には同一の符号を付してあり、それらの説明は簡単にする。

この実施形態では、液晶セル3を、液晶層31としてSTN液晶を封入したSTNセルとしている。

【0032】

この液晶セル3は、透明なガラス基板である第1の基板32と同じく透明なガラス基板である第2の基板34とによってSTN液晶による液晶層31を挟持している。第1、第2の基板32、34はシール部材（図示せず）によって接合されている。

また、第1の基板32の内面には透明電極による多数の信号電極36が紙面に垂直な方向に形成され、第2の基板34の内面も透明電極による多数の走査電極37が紙面に平行な方向に形成され、その信号電極36と走査電極37の各交点が画素となっている。さらに、第2の基板34と走査電極37の間にはカラーフィルタ35が形成されている。

【0033】

この液晶セル3の観察者側（視認側）には位相差フィルム2が配設され、さらにその上には第1の偏光板1として吸収型偏光板が配設されている。また、この液晶セルの視認側と反対側には光散乱層4が設けられ、その下側には第2の偏光板5として反射型偏光板が、第3の偏光板6として吸収型偏光板が順次設けられている。

さらに、第3の偏光板6の下側には、補助光源10が配置されている。その補助光源10は、冷陰極管13と導光板14及びその上に貼着されたプリズムシート11と散乱フィルム12からバックライト装置を構成している。

この形態における液晶セル3のSTN液晶層は、240度ツイストしたものを使用したが、これに限定されるものではない。

【0034】

第1の偏光板1である吸収型偏光板の透過軸は紙面に平行な方向に配置している。位相差フィルム2は位相差値540nmのものを使用し、遅相軸が第1の偏光板1の透過軸に対して40度回転した位置に配置している。

また、液晶セル 3 の反対側に配置する第 2 の偏光板 5 である反射型偏光板の透過軸は紙面に平行に配置し、その下側の第 3 の偏光板 6 である吸収型偏光板の透過軸も紙面に平行に配置している。

この実施形態の液晶表示装置の構成は、位相差フィルム 2 と第 3 の偏光板 6 を設けた以外は、図 6 に示した従来の液晶表示装置と同じである。

【0035】

なお、第 2 の偏光板 5 は、一般に入手可能な住友スリーエム社製の商品名 R D F-C を用いた。この商品には、反射型偏光板に散乱機能を持たせた粘着剤がすでに塗布されており、第 2 の基板 34 に接着することによって、光散乱層 4 と反射型偏光板を一度に形成できる。

また、カラーフィルタ 35 は、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) のフィルタが交互に信号電極 36 に沿って縦ストライプ状に配置してある。これによりこの実施形態は、半透過反射型カラー液晶表示装置として機能する。

【0036】

もちろん、カラーフィルタはこの発明とは直接関係なく、白黒表示の場合にはカラーフィルタ 35 を配置しなければ、本実施の形態と同様の構成を用いて実施可能である。

ここで、カラーフィルタ 35 は、従来の透過型で用いるものよりも透過率を高く設定している。これは、反射型の場合には観察者側からの入射光がカラーフィルタ 35 を 2 度透過するために透過率が低下するのを防ぐためである。

さて、この実施の形態の動作について図 2 を用いて説明する。図 2 は第 1 の実施形態における動作を説明するための主要部分の断面図である。

【0037】

図 2 において、視認側から、第 1 の偏光板 1 の吸収型偏光板 1 と、位相差フィルム 2 と、液晶セル 3 と、光散乱層 4 と、第 2、第 3 の偏光板 5、6、バックライト装置による補助光源 10 が順番に配置されている。

中心線から左側が液晶セル 3 に電圧を印加しない状態の説明図であり、右側が電圧を印加した状態の説明図である。光路線 20 と光路線 21 は補助光源 10 を点灯しない場合で、観察者側から入射する外光による反射型表示時の光路を模式

的に図示したもので、光路線 20 は電圧無印加時の場合を、光路線 21 は電圧印加時の場合をそれぞれ表している。

【0038】

光路線 22 と光路線 23 は、補助光源 10 を点灯して透過型表示時の補助光源 10 から出射する光路を模式的に図示したもので、光路線 22 は電圧無印加時の場合を、光路線 23 は電圧印加の場合をそれぞれ表している。

また、光路線中に直線偏光の偏光方向を図示してあり、矢印が紙面に平行な直線偏光成分を表し、二重丸が紙面に垂直方向の直線偏光成分を表す。

さて、この実施の形態では、十分な量の外光が得られる環境では、反射型液晶表示装置として機能する。この場合は補助光源 10 を点灯しなくても十分なコントラストが得られる。

【0039】

液晶セル 3 に電圧を印加しないときの動作を、光路線 20 によって説明する。

観察者側から入射する外光は、第 1 の偏光板 1 に入射し、紙面に平行な透過軸方向に振動する直線偏光成分だけが透過し、それに直交する方向に振動する直線偏光成分は吸収される。

透過した直線偏光成分は位相差フィルム 2 と液晶セル 3 に入射する。このとき位相差フィルム 2 と液晶セル 3 を通して入射した直線偏光成分は、ほぼ 90 度旋光した紙面に垂直な方向に振動する直線偏光成分とみなせる楕円偏光として出射する。

【0040】

出射した偏光は光散乱層 4 で散乱するが、その偏光状態は変化せずに第 2 の偏光板 5 に入射する。このとき入射する直線偏光成分は第 2 の偏光板 5 の透過軸と直交方向に振動するので、ここで反射されて再び液晶セル 3 に戻され、同様の光路で観察者側に戻される。このとき観察者側には外光の約 20 % 以上が反射して戻り、観察者は明表示として視認できる。

つぎに、液晶セル 3 に電圧を印加したときは、第 1 の偏光板 1 を透過した入射光は、液晶セル 3 で 90 度旋光せずに紙面に平行な直線偏光を維持したまま光散乱層 4 と第 2 の偏光板 5 に入射する。このとき、その直線偏光の振動方向が第 2

の偏光板 5 の透過軸と一致するのでこれも透過し、第 3 の偏光板 6 である吸収型偏光板に入射する。ここでもその振動方向が吸収型偏光板 6 の透過軸と一致するので、これも透過して補助光源 10 に入射する。

【0041】

補助光源 10 は、図 1 に示したように、導光板 14 とプリズムシート 11 と散乱フィルム 12 を備えているため、入射した直線偏光成分はほぼ完全に偏光解消し、偏りのない光となって反射し、第 3 の偏光板 6 に戻される。このとき、第 3 の偏光板 6 の透過軸方向に振動する直線偏光成分だけが透過し、観察者側に戻される。

発明者の測定によると、このとき観察者側に戻される光量は入射外光の 5 % 以下であった。したがって観察者は暗表示として視認できる。以上が、外光利用時の明暗表示の動作である。

【0042】

次に、環境が暗くて十分な量の外光が得られない場合には、補助光源 10 を点灯し、補助光を利用した透過型液晶表示装置として機能する。補助光源 10 を点灯することにより、暗い環境でも十分なコントラストが得られる。

まず、液晶セル 3 に電圧を印加しないときの動作を光路線 22 によって説明する。

補助光源 10 からの出射光は、第 3 の偏光板 6 に入射し、紙面に平行な透過軸方向に振動する直線偏光成分だけが透過し、それと直交する方向に振動する直線偏光成分は吸収される。透過した直線偏光成分は、振動方向が第 2 の偏光板 5 の透過軸と一致するので、光散乱層 4 を介して液晶セル 3 に入射する。

【0043】

このとき、位相差フィルム 2 と液晶セル 3 により入射した直線偏光成分は、ほぼ 90 度旋光した紙面に垂直な方向に振動する直線偏光成分とみなせる楕円偏光として出射する。

出射した偏光は、第 1 の偏光板 1 の透過軸に直交する方向に振動するので、その直線偏光成分は吸収され、観察者側には出射しない。このとき観察者は暗表示として視認できる。

【0044】

次に、液晶セル3に電圧を印加したときについて、光路線23を用いて説明する。

補助光源10からの出射光は第3の偏光板6で紙面に平行な直線偏光成分が透過し、第2の偏光板5と光散乱層4を透過して、液晶セル3で90度旋光せずに紙面に平行な直線偏光を維持したまま、第1の偏光板1に入射する。このとき、その直線偏光成分の振動方向は透過軸と一致するので、これも透過して観察者側に出射する。

発明者の測定によると、観察者側に出射する光量は補助光源10の出射光の20%以上であった。したがって、観察者は明表示として視認できる。以上が、補助光源利用時の明暗表示の動作である。

以上の説明から、この実施形態においても、従来の液晶表示装置と変わらずに、外光利用時と補助光源利用時の両方においてコントラストの高い明暗表示が可能であることが分かる。

【0045】

さて、次に、この発明の目的である補助光源利用時に発生する表示ムラの軽減について、再び図2の光路線22を用いて説明する。

まず、この実施形態では従来と異なり、第3の偏光板6を備えたため、補助光源10の出射光は最初に第3の偏光板6に入射する。

第3の偏光板6では、透過軸に平行な直線偏光成分は透過し、垂直な方向の直線偏光成分は吸収される。

いま、第3の偏光板6と第2の偏光板5では透過軸を一致させているので第3の偏光板6の吸収型偏光板を透過した直線偏光成分は第2の偏光板5の反射型偏光板も透過する。

【0046】

一方、紙面に垂直な方向に振動する直線偏光成分は第2の偏光板5にほとんど入射しないので、第2の偏光板5の透過率の波長依存性が面内で不均一であっても、透過した光は面内で不均一になることはない。

したがって、観察者側にも表示ムラはまったく見られない。このように第2の

偏光板 5 に入射する前にその反射軸と平行な直線偏光成分を軽減することにより、第 2 の偏光板 5 の反射偏光度の面内不均一性による画像品質の劣化を防止できる。

ここで、効果の程度を発明者の実験データをもとに説明する。さきに作用の欄で説明した図 10 と図 7 を再び参照すると、図 10 で透過率が 10 % 以上あったものが図 7 では 2 % 以下になっている。

このように遮光性が格段に向上していることが実際の測定から分かる。

【0047】

また、図 10 で顕著に現れていた透過率の波長依存性が、図 7 ではまったく見られないことも実際の測定から分かる。これは液晶セル 3 を介在してもほぼ同様の結果が得られることは容易に推測できる。

以上のように実際の測定でも第 3 の偏光板 6 として吸収型偏光板を配置する効果が大きいことが分かる。

この実施の形態では、反射型偏光板の下に吸収型偏光板を配置したが、吸収型偏光板の代わりに反射型偏光板を配置してもよい。この場合にはそれぞれの透過軸を一致させた方向に反射型偏光板が 2 枚重なる構造にする。

2 枚重ねることにより反射型偏光板の偏光度が実質的に向上するので、反射型偏光板の偏光度の波長依存性が緩和される。発明者の実験によると吸収型偏光板を配置する場合と同様の効果が得られた。

【0048】

またさらに、この実施の形態では反射型偏光板の真下に吸収型偏光板を配置したが、この場所に限定されるわけではない。

前述の作用の欄の説明から容易に推測できるように、第 3 の偏光板 6 である吸収型偏光板は第 2 の偏光板 5 である反射型偏光板に対して補助光源 10 側のいずれかに配置すれば同様の効果が得られる。

たとえば、補助光源 10 は導光板 14 の上にプリズムシート 11 と散乱フィルム 12 を配置しているが、第 3 の偏光板 6 をプリズムシート 11 の下か、散乱フィルム 12 の下に配置しても同様の効果が得られる。

この場合には、第 2 の偏光板 5 との間に介在する素材が屈折率異方性などを有

すると直線偏光が楕円偏光になり、効果が軽減してしまう。

【0049】

ところが、楕円偏光になることにより、外光利用時には観察者側からの偏光の吸収が増えてコントラストが向上する利点がある。

発明者の実験によれば第2の偏光板5と第3の偏光板6の間に $1/4\lambda$ 板をおいた場合でも、品質的に問題にならないレベルまで表示ムラを軽減できることが確認できた。

また、この実施の形態では反射型偏光板と吸収型偏光板のそれぞれの透過軸を一致させて配置した。この場合に表示ムラを軽減する効果が最も高くなるが、透過軸をずらしても表示ムラを軽減することができるのは前述の説明から推測できる。

【0050】

実際に5度毎に角度を変化させて実験したところ、45度までは表示ムラが視認できない程度まで改善できた。35度までは表示ムラがほぼ完全に消滅した。

さらに、吸収型偏光板の透過軸を反射型偏光板の透過軸に対してずらすことにより、外光利用時のコントラストを向上することができる。

再び、図2の光路線21を参照すると、第2の偏光板5を透過した紙面に平行な方向の直線偏光成分は第3の偏光板6に入射するが、ここで透過軸が一致していないので直交する吸収軸による吸収が発生する。

このときの吸収量は、お互いの透過軸の角度が大きいほど多くなる。吸収されなかった直線偏光成分は補助光源10に入射し偏光が乱れて再び第3の偏光板6に戻され、透過軸と平行な成分のみが透過する。

【0051】

透過した直線偏光成分は第2の偏光板5の透過軸と一致しないためにさらに一部の光しか透過しない。したがって観察者側に戻る光はわずかであり、透過軸を一致させた場合よりもコントラストが向上する。

ただし、透過軸をずらすと補助光源利用時に補助光源10の吸収量も増えるので、画面輝度が低下してしまう。

したがって、透過軸をずらして配置する場合は、外光利用時のコントラストと

補助光源の透過率が相反関係にあるために、使用環境やバックライトの消費電力などを考慮して最適な角度を選定する必要がある。

【 0 0 5 2 】

いずれにしても、第3の偏光板6を配置することにより表示ムラが軽減でき、その軽減度合いと表示品質を最適に設定することが可能であるということである。

このように、本実施の形態によれば、反射型偏光板を用いた液晶表示装置において、コントラストや画面輝度を損なうことなく、表示ムラをほぼ完全に消滅させることができた。

【 0 0 5 3 】

〔第2の実施形態：図3および図4〕

図3は、この発明による液晶表示装置の第2の実施形態のパネル構成を示す模式的な断面図であり、図1と対応する部分には同一の符号を付してあり、それらの説明は省略する。

この第2の実施形態で図1によって説明した第1の実施形態と異なる点は、第2の偏光板5と第3の偏光板6との間に、光半吸収層7を配設した点だけである。

この光半吸収層7は、反射型偏光板である第2の偏光板5の裏面にカーボンを吸収剤に用いたインキを印刷法により印刷して形成している。この光半透過層7の光透過率は可視光領域においてほぼ均一で平均60%である。

【 0 0 5 4 】

一般に入手可能なものでは、住友スリーエム株式会社製の商品名TDFがある。

これは反射型偏光板の一方の面に粘着剤にビーズを分散した光散乱層を備え、他方の面には黒インキを塗布した光半透過層を備えている。半透過層の透過率は50%程度である。

これを用いれば、光散乱層4と第2の偏光板5と光半吸収層7が一度に形成できるので便利である。

【 0 0 5 5 】

この実施の形態の動作について図4を用いて説明する。図4は第2の実施形態における動作を説明するための図2と同様な断面図である。

この図4において、第1の偏光板1と、位相差フィルム2と、液晶セル3と、光散乱層4と、第2の偏光板5と、光半吸収層7と、第3の偏光板6と、補助光源10がこの順番に配置されている。

中心線から左側が液晶セルに電圧を印加しない状態の説明図であり、右側が電圧を印加した状態の説明図である。

【0056】

光路線20と光路線21とは補助光源10を点灯しない場合で、観察者側から入射する外光による反射型表示時の外光の光路を模式的に図示したもので、光路線20は電圧無印加時の場合を、光路線21は電圧印加時の場合をそれぞれ表している。

光路線22と光路線23とは、補助光源10を点灯して補助光による透過型表示時の補助光源10から出射する光路を模式的に図示したもので、光路線22は電圧無印加時の場合を、光路線23は電圧印加の場合をそれぞれ表している。

また、光路線中に直線偏光の偏光方向を図示してあり、矢印が紙面に平行な直線偏光成分を表し、二重丸が紙面に垂直方向の直線偏光成分を表す。

【0057】

さて、本実施の形態では、十分な量の外光が得られる環境では、反射型液晶表示装置として機能する。この場合は補助光源10を点灯しなくても十分なコントラストが得られる。

液晶セル3に電圧を印加しないときの動作を光路線20を用いて説明する。

観察者側から入射する外光は、第1の偏光板1に入射し、紙面に平行な透過軸方向の直線偏光成分だけが透過し直交する直線偏光成分は吸収される。透過した直線偏光成分は位相差フィルム2と液晶セル3に入射する。

【0058】

このとき、位相差フィルム2と液晶セル3により入射した直線偏光成分は、ほぼ90度旋光した紙面に垂直な直線偏光成分とみなせる楕円偏光として出射する。

出射した偏光は光散乱層 4 で散乱するがその偏光状態は変化せずに第 2 の偏光板 5 に入射する。

このとき、入射する直線偏光成分は第 2 の偏光板 5 の透過軸と直交方向であるので反射し再び液晶セル 3 に戻され、同様の光路で観察者側に戻される。

このとき観察者側は外光の約 20 % 以上が反射して戻り、観察者には明表示として視認できる。

【0059】

つぎに、液晶セル 3 に電圧を印加したときは、液晶セル 3 で 90 度旋光せずに紙面に平行な直線偏光を維持したまま光散乱層 4 と第 2 の偏光板 5 に入射する。

このとき、第 2 の偏光板 5 の透過軸と一致するのでこれも透過し、光半吸収層 7 に入射する。

光半吸収層 7 は透過率が可視光領域において約 60 % であるので約 40 % がここで吸収される。残りの 60 % の直線偏光成分は第 3 の偏光板 6 に入射する。

入射する直線偏光成分は第 3 の偏光板 6 の透過軸と一致するのでこれも透過し

補助光源 10 に入射し、補助光源 10 内で多少偏光解消して反射し、第 3 の偏光板 6 に戻される。

【0060】

このとき、第 3 の偏光板 6 の透過軸方向の直線偏光成分だけが透過し、さらに光半吸収層 7 に入射し、40 % が吸収され、観察者側に戻される。

発明者らの測定によると観察者側に戻される光量は入射外光の 2 % 以下であった。

したがって、観察者は暗表示として視認できる。第 1 の実施形態と比較すると 5 % であった反射率が光半吸収層 7 を配置したことにより 2 % 以下まで低下した。

これにより、観察者はより黒い表示が視認できる。つまり外光利用時の表示コントラストが向上していることを意味する。以上が外光利用時の明暗表示の動作である。

【0061】

つぎに、環境が暗く十分な量の外光が得られない場合には、補助光源 10 を点灯し、補助光を利用した透過型液晶表示装置として機能する。

この場合の動作は第 1 の実施形態と同様であるが、一つだけ異なるのは光半吸収層 7 を一度通過することである。ここで透過光量の 40 % が吸収されてしまうので、観察者側に補助光源 10 からの出射光の約 10 % が透過する。

図 4 の光路線 22 と光路線 23 がそれぞれ液晶セル 3 に電圧を印加しない場合と印加した場合の光路を示しているが、光半吸収層 7 で第 3 の偏光板 6 を透過した直線偏光成分が吸収されることが分かる。

【0062】

しかし、光路線 22 と光路線 23 のいずれも約 40 % が吸収されるので、観察者側には明表示時と暗表示時のどちらでも 40 % が吸収されるので、画面輝度は減少するがコントラストは減少しない。以上が、補助光源利用時の明暗表示の動作である。

以上の説明から、この実施の形態においても、従来技術と変わらずに、外光利用時と補助光源利用時の両方においてコントラストの高い明暗表示が可能であることが分かる。

【0063】

さて、つぎにこの発明の目的である補助光源利用時に発生する表示ムラの軽減について説明する。

まず、本実施形態でも第 1 の実施形態と同様に第 3 の偏光板 6 を備えたため、補助光源 10 の出射光は透過軸に平行な直線偏光成分は透過し、垂直な方向の直線偏光成分は吸収される。

いま、第 3 の偏光板 6 と第 2 の偏光板 5 では、透過軸が一致しているので第 3 の偏光板 6 を透過した直線偏光成分は第 2 の偏光板 5 も透過する。

一方、紙面に垂直な方向の直線偏光成分は第 2 の偏光板 5 にほとんど入射しないので、第 2 の偏光板 5 の透過率の波長依存性が面内で不均一であっても、透過した光は面内で不均一になることはない。

【0064】

この実施の形態のように、第 2 の偏光板 5 と第 3 の偏光板 6 の間に光半吸収層

7が介在しても、偏光状態に変化はなく、紙面に平行な直線偏光成分が減衰するのみで反射型偏光板5に紙面に垂直方向の偏光成分が入射しないことには変わらない。

したがって、観察者側には表示ムラはまったく見られない。

このように、第2の偏光板5に入射する前に、その反射軸と平行な直線偏光成分を軽減することにより、第2の偏光板5の反射偏光度の面内不均一性による画像品質の劣化が防止できる。

【0065】

さらに、光半吸収層7を配置することにより外光利用時のコントラストを向上させながら表示ムラのない表示を実現できる。

この実施の形態では反射型偏光板と吸収型偏光板の間に光吸収層7を配置したが、この場所に限定されるものではない。

前述の説明から容易に推測できるとおり、光半吸収層7は図4において観察者側から見て第2の偏光板5の下側であり、光路線21上であればいずれの位置でもよい。

たとえば、補助光源10の構成部材であるプリズムシートの下か、さらに下部に配置する光散乱板の下か、導光板の下のいずれの位置に配置しても同様の効果が得られる。

【0066】

さらに、第3の偏光板6についてもこの場所に限定されるわけではない。たとえば、第3の偏光板6をプリズムシートの下か光散乱層の下に配置しても同様の効果が得られる。

この場合には、第2の偏光板5との間に介在する素材が屈折率異方性などを有すると直線偏光が楕円偏光になり、効果が軽減してしまうので注意が必要である。

また、この実施の形態では第3の偏光板として吸収型偏光板を配置したが、代わりに反射型偏光板を配置してもよい。

その場合には、それぞれの透過軸を一致させ、反射型偏光板が光半吸収層7を挟持する構造にする。反射型偏光板を2枚用いることにより、その偏光度が実質

的に向上するので、反射型偏光板の偏光度の波長依存性が緩和される。発明者の実験によると、吸収型偏光板を配置する場合と同様の効果が得られた。

【0067】

さらに、反射型偏光板が補助光源10の直上に配置されるので、補助光源10の出射光のうち反射型偏光板の反射軸方向の直線偏光成分が補助光源10に戻され、さらに、偏光解消しながら反射し、透過軸方向の直線偏光成分として一部が透過する。このように光源のリサイクルが発生し、観察者側の表示輝度が実質的に向上する。補助光源10の導光板14の厚みなどを最適に選べば、約1.6倍に向上する。

このように、この実施の形態によれば、反射型偏光板を用いた液晶表示装置において、コントラストや画面輝度を損なうことなく、表示ムラをほぼ完全に消滅させることができた。

【0068】

【発明の効果】

以上のように、この発明による液晶表示装置は、補助光源の出射光を第3の偏光板により所定の直線偏光成分に偏光分離した後に、第2の偏光板である反射型偏光板に入射する構造を採用し、これにより反射型偏光板の反射分光特性に波長依存性があり、さらに面内で反射分光特性が不均一であっても、その反射軸方向に入射する直線偏光成分は十分に減衰しているので、反射特性には関係なくなり、表示品質への悪影響もなくなる。

したがって、反射型偏光板利用時の表示ムラが全く生じない高い表示品質の液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明による液晶表示装置の第1の実施形態のパネル構成を示す模式的な断面図である。

【図2】

同じくその動作を説明するための主要部分の断面図である。

【図3】

この発明による液晶表示装置の第 2 の実施形態のパネル構成を示す模式的な断面図である。

【図 4】

同じくその動作を説明するための主要部分の断面図である。

【図 5】

この発明による液晶表示装置の基本的な作用を従来例と比較して説明するための説明図である。

【図 6】

図 5 における第 1 の偏光板と第 2 の偏光板の斜視図である。

【図 7】

図 5 における本発明 B の場合に観察者側から測定した透過分光特性を示す線図である。

【図 8】

従来の液晶表示装置のパネル構成を示す模式的な断面図である。

【図 9】

同じくその動作を説明するための主要部分の断面図である。

【図 10】

図 5 の従来例の場合の図 6 に示す測定点 A において測定した透過分光特性を示す線図である。

【図 11】

図 5 の従来例の場合の図 6 に示す測定点 B において測定した透過分光特性を示す線図である。

【図 12】

反射型偏光板の構造を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

<u>1 : 第 1 の偏光板</u>	<u>3 : 液晶セル</u>
<u>5 : 第 2 の偏光板</u>	<u>6 : 第 3 の偏光板</u>
<u>10 : 補助光源</u>	<u>31 : 液晶層</u>
<u>32 : 第 1 の基板</u>	<u>34 : 第 2 の基板</u>

【国際調査報告】

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP99/06928	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁷ G02F1/1335			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁷ G02F1/1335			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2000年			
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X	WO、97/01788、A1 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY) 1997 (16. 01. 97) 全文、第11図 & JP、11-509331、A&AU、5804296、A	1, 2, 4~ 7, 9	
A	WO、98/12594、A1 (SEIKO EPSON CORPORATION) 26. 3月、1998 (26. 03. 98) & JP、10-260402、A	1-19	
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 21. 03. 00		国際調査報告の発送日 04.04.00	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 藤岡 善行 印 電話番号 03-3581-1101 内線 3295	

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1998年7月)

(注) この公表は、国際事務局 (W I P O) により国際公開された公報を基に作成したものである。

なおこの公表に係る日本語特許出願 (日本語実用新案登録出願) の国際公開の効果は、特許法第 1 8 4 条の 1 0 第 1 項 (実用新案法第 4 8 条の 1 3 第 2 項) により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。